

Adelita Maria Linzmeier

**ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE CHRYSOMELIDAE  
(COLEOPTERA) NO ESTADO DO PARANÁ, BRASIL:  
COMPOSIÇÃO, SAZONALIDADE E TAMANHO  
CORPORAL**

Tese apresentada ao Curso de Pós-graduação em Ciências Biológicas, área de concentração em Entomologia, da Universidade Federal do Paraná, para a obtenção do título de Doutora em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Cibele S. Ribeiro- Costa

**CURITIBA**

**2009**

**À meus pais  
Waldir e Eliana**

## **Agradecimentos**

Agradeço à minha orientadora, Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>a</sup> Cibele Stramare Ribeiro-Costa por toda a dedicação, atenção, conhecimentos compartilhados, confiança, amizade, sugestões, críticas, incentivo, ao apoio incondicional para meu crescimento profissional e pessoal.

À Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>a</sup> Lucia Massutti de Almeida pela atenção, auxílio, amizade e presteza sempre que precisei de sua ajuda e colaboração.

Ao Prof. Dr Renato Contin Marinoni por ter disponibilizado o material para que este estudo fosse realizado. Por sua amizade, carinho e paciência sempre que precisei tirar dúvidas.

Ao Curso de Pós-graduação em Entomologia da Universidade Federal do Paraná, pela oportunidade e pelo acolhimento recebido durante estes quatro anos para que eu pudesse desenvolver este projeto.

Aos professores do Curso de Pós-graduação em Entomologia, em especial à Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>a</sup> Luciane Marinoni, Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>a</sup> Mirna M. Casagrande, Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>a</sup> Sonia M. N. Lazzari, Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Christina de Almeida, Prof. Dr. Mário A. Navarro da Silva, Prof. Dr. Claudio J. B. de Carvalho, Prof. Dr. Gabriel A. R. de Melo e Prof. Dr. Rodney R. Cavichioli pela convivência, amizade e conhecimentos compartilhados.

Ao Dr. Alexander S. Konstantinov do National Museum of Natural History – Smithsonian Institution pela hospitalidade com que me recebeu em sua casa durante minha visita à Washington, D.C., USA. Pelos conhecimentos compartilhados, auxílio na identificação do material, confiança, presteza e pela amizade que hoje temos.

Ao Dr. Luciano de Azevedo Moura da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, pelo auxílio na identificação do material e principalmente pela amizade que temos e por sempre me ajudar quando necessito.

Às meninas da Biblioteca em especial, Telma, Isabela e Kirana pelo auxílio e dedicação com que sempre me atenderam quando precisei de alguma bibliografia.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudo.

A todos os amigos e colegas que fazem parte atualmente ou que passaram pelo Laboratório de Sistemática e Bioecologia de Coleoptera (Insecta) em especial a Geovan H. Corrêa, Edilson Caron, Fernando W. T. Leivas, Daniel P. de Moura, Rodrigo Correa, Kleber M. Mise e também a Antonio A. dos Santos Neto, Camila B. C. Martins, Camila

F. de Castro, Karine, Fernanda N. Lazzari, Bruna Macari, Jéssica H. Viana, pelo companheirismo, apoio, incentivo, auxílio, sorrisos, lágrimas, abraços, festas, almoços, filas do RU, bolos, cafés e, sobretudo, pela amizade. Levo vocês “do lado esquerdo do peito”.

Às minhas amigas Ágata Kiss, Deise Mari Barboza, Marileusa Araújo Siqueira e Anamaria Dalmolin pela grande amizade, confiança e por saber que posso contar com vocês.

A Flavia R. Fernandez pela identificação dos Cassidini e por ter me hospedado em sua casa durante minha viagem a São Paulo.

Ao Dr. Renato Silveira Bernils pela sua amizade já de longa data e também por ter me hospedado em sua casa durante uma de minhas viagens ao Rio de Janeiro e a Wagner Reis também por ter me recebido em sua casa no Rio de Janeiro.

A meus pais Waldir Linzmeier e Eliana Maria Linzmeier, amores da minha vida, pela educação e princípios que me deram, pela confiança, carinho, apoio, incentivo, amor incondicional e por saber que sempre poderei contar com vocês.

Ao meu querido e amado irmão, Valdinei Linzmeier, por sua amizade, companheirismo, pelo sorriso, pelas brincadeiras, e também por ter me ajudado na montagem dos Coleoptera.

Ao meu agora marido, Edson Ricardo Strickert, pela dedicação e paciência e também pelo auxílio na montagem dos Coleoptera.

E finalmente, a todos aqueles que de modo direto ou indireto contribuíram para minha formação e para o desenvolvimento desse projeto. Muito obrigada!

## Sumário

AGRADECIMENTOS .....	iii
LISTA DE FIGURAS .....	vii
LISTA DE TABELAS .....	x
RESUMO .....	xiii
ABSTRACT .....	xv
INTRODUÇÃO GERAL .....	1
Referências .....	5

### CAPÍTULO I

Diversidade de Chrysomelidae (Coleoptera) no Estado do Paraná, Brasil: Composição e Estrutura de Comunidade no Espaço e no Tempo. ....	9
Introdução .....	10
Material e Métodos .....	12
Local de coleta .....	12
Metodologia de coleta .....	14
Triagem e identificação .....	14
Dados meteorológicos .....	17
Análise dos dados .....	18
Resultados .....	20
Discussão .....	34
Conclusões .....	44
Referências .....	45

### CAPÍTULO II

Sazonalidade de Chrysomelidae (Coleoptera) no Estado do Paraná, Brasil. ....	52
Introdução .....	53
Material e Métodos .....	55
Resultados .....	56
Discussão .....	67
Conclusões .....	72
Referências .....	73

### **CAPÍTULO III**

Distribuição da Abundância e Avaliação do Tamanho Corporal de Chrysomelidae (Coleoptera) em Áreas com Diferentes Níveis de Sucessão no Estado do Paraná, Brasil.

.....	76
Introdução .....	77
Material e Métodos .....	80
Resultados .....	83
Discussão .....	88
Conclusões .....	93
Referências .....	94
 APÊNDICE .....	 97
ANEXOS .....	109

## Lista de Figuras

### CAPÍTULO I

**Figura 1.** Mapa do Estado do Paraná indicando os locais amostrados durante agosto/1986 a julho/1988 pelo PROFAUPAR e as diferentes regiões geomorfológicas.

1) Antonina; 2) São José dos Pinhais; 3) Colombo; 4) Ponta Grossa; 5) Telêmaco Borba; 6) Guarapuava; 7) Jundiaí do Sul; 8) Fênix. A) Planície Litorânea; B) Primeiro Planalto; C) Segundo Planalto; D) Terceiro Planalto. .... 12

**Figuras 2 - 5.** Locais amostrados no Estado do Paraná pelo Projeto PROFAUPAR, entre agosto/1986 e julho/1988. 2) Antonina; 3) São José dos Pinhais; 4) Colombo; 5) Ponta Grossa. .... 15

**Figuras 6 - 9.** Locais amostrados no Estado do Paraná pelo Projeto PROFAUPAR, entre agosto/1986 e julho/1988. 6) Telêmaco Borba; 7) Guarapuava; 8) Jundiaí do Sul; 9) Fênix. .... 16

**Figura 10.** Curva de acumulação de espécies. Dados mensais de Chrysomelidae, amostrados com armadilha Malaise em oito pontos do Estado do Paraná, de agosto/1986 a julho/1988 pelo PROFAUPAR. ANT = Antonina; SJ = São José dos Pinhais; CO = Colombo; PG = Ponta Grossa; TB = Telêmaco Borba; GUA = Guarapuava; JU = Jundiaí do Sul; FE = Fênix. .... 25

**Figura 11.** Análise de agrupamento. Coeficiente de Morisita-Horn ( $cc = 0,97$ ). Dados de abundância das espécies de Chrysomelidae, amostradas com armadilha Malaise em oito pontos do Estado do Paraná, de agosto/1986 a julho/1988 pelo PROFAUPAR. ... 27

**Figura 12.** Análise de agrupamento. Coeficiente de Jaccard ( $cc = 0,71$ ). Dados de presença/ausência das espécies de Chrysomelidae, amostradas com armadilha Malaise, em oito pontos do Estado do Paraná, de agosto/1986 a julho/1988 pelo PROFAUPAR. .... 28

**Figura 13.** Análise de agrupamento. Coeficiente de Jaccard ( $cc = 0,67$ ). Dados de presença/ausência somente das espécies de Chrysomelidae com  $N \geq 10$  exemplares, amostradas com Malaise em oito pontos, de agosto/1986 a julho/1988 pelo PROFAUPAR. .... 29

**Figura 14.** Análise de agrupamento. Coeficiente de Morisita-Horn ( $cc = 0,98$ ). Dados de abundância das espécies de Chrysomelidae, amostradas com armadilha Malaise em oito pontos do Estado do Paraná, de agosto/1986 a julho/1988 pelo PROFAUPAR. A = Antonina; S = São José dos Pinhais; C = Colombo; P = Ponta Grossa; T = Telêmaco Borba; G = Guarapuava; J = Jundiaí do Sul; F = Fênix. Os números após as letras representam o ano de amostragem (primeiro ou segundo ano). ..... 30

**Figura 15.** Análise de agrupamento. Coeficiente de Jaccard ( $cc = 0,93$ ). Dados de presença/ausência das espécies de Chrysomelidae, amostradas com armadilha Malaise em oito pontos do Estado do Paraná, de agosto/1986 a julho/1988 pelo PROFAUPAR. A = Antonina; S = São José dos Pinhais; C = Colombo; P = Ponta Grossa; T = Telêmaco Borba; G = Guarapuava; J = Jundiaí do Sul; F = Fênix. Os números após as letras representam o ano de amostragem (primeiro ou segundo ano). ..... 30

**Figura 16.** Análise de agrupamento. Coeficiente de Morisita-Horn ( $cc = 0,97$ ). Dados de abundância das espécies de Chrysomelidae, amostradas com armadilha Malaise em oito pontos do Estado do Paraná, de agosto/1986 a julho/1988 pelo PROFAUPAR, incluindo Ponta Grossa do PROVIVE (Fase 2). ..... 32

**Figura 17.** Análise de agrupamento. Coeficiente de Jaccard ( $cc = 0,80$ ). Dados de presença/ausência das espécies de Chrysomelidae amostradas com armadilha Malaise em oito pontos do Estado do Paraná, de agosto/1986 a julho/1988 pelo PROFAUPAR, incluindo Ponta Grossa do PROVIVE (Fase 2). ..... 33

## CAPÍTULO II

**Figura 1.** Padrão sazonal de Coleoptera em oito locais amostrados com armadilha Malaise no Paraná, de agosto/1986 a julho/ 1988. .... 57

**Figura 2.** Sazonalidade de Chrysomelidae amostrada com armadilha Malaise em oito locais do Estado do Paraná, de agosto/1986 a julho/1988 pelo PROFAUPAR. .... 60

**Figura 3.** Captura média de Chrysomelidae nas estações, amostradas com armadilha Malaise em oito locais do Estado do Paraná, de agosto/1986 a julho/1988 pelo PROFAUPAR. P1 = primavera do primeiro ano de amostragens; V1 = verão do



primeiro ano; O1 = outono do primeiro ano; I1 = inverno do primeiro ano; P2 = primavera do segundo; V2 = verão do segundo ano; O2 = Outono do segundo ano. ... 61

**Figura 4.** Riqueza de Chrysomelidae amostrada com armadilha Malaise em oito locais do Estado do Paraná, de agosto/1986 a julho/1988 pelo PROFAUPAR. V1 = verão do primeiro ano; O1 = outono do primeiro ano; I1 = inverno do primeiro ano; P2 = primavera do segundo; V2 = verão do segundo ano; O2 = Outono do segundo ano. ANT = Antonina; SJ = São José dos Pinhais; CO = Colombo; PG =Ponta Grossa; TB =Telêmaco Borba; GUA = Guarapuava; JU = Jundiaí do Sul; FE = Fênix. .... 62

**Figura 5.** Espécies de Chrysomelidae dominantes, amostradas com armadilha Malaise no Estado do Paraná, de agosto/1986 a julho/1988 pelo PROFAUPAR. .... 65

### CAPÍTULO III

**Figura 1.** Distribuição da abundancia e da riqueza de Chrysomelidae total e em cada uma das áreas com diferentes níveis de conservação, em Ponta Grossa, Paraná ..... 84

**Figura 2.** Relação entre tamanho corporal (log) e abundância (log) de Chrysomelidae, coletados com armadilha Malaise em quatro áreas com diferentes níveis de conservação em Ponta Grossa, Paraná (círculos fechados = dados observados; linha = modelo linear ajustado). .... 85

## Lista de Tabelas

### CAPÍTULO I

**Tabela I.** Abundância (N) e riqueza (S) de Coleoptera, Chrysomelidae e suas subfamílias, amostrados com armadilha Malaise em oito pontos no Estado do Paraná, de agosto/1986 a julho/1988 pelo PROFAUPAR. ANT = Antonina; SJ = São José dos Pinhais; CO = Colombo; PG = Ponta Grossa; TB = Telêmaco Borba; GUA = Guarapuava; JU = Jundiaí do Sul; FE = Fênix. .... 21

**Tabela II.** Valores dos testes a posteriori para a variação de abundância de Coleoptera e Chrysomelidae, amostrados com armadilha Malaise em oito pontos do Estado do Paraná, de agosto/1986 a julho/1988 pelo PROFAUPAR. Valores de probabilidade em negrito são significativos pelo teste de Tukey a 5% de significância, indicando diferença entre os locais. ANT = Antonina; SJ = São José dos Pinhais; CO = Colombo; PG = Ponta Grossa; TB = Telêmaco Borba; GUA = Guarapuava; JU = Jundiaí do Sul; FE = Fênix. .... 22

**Tabela III.** Abundância (N), riqueza (S), índice de diversidade de Shannon (H'), dominância de Berger & Parker (BP), uniformidade de Berger & Parker (UBP) e proporção de Chrysomelidae em relação à Coleoptera. Dados de Chrysomelidae, amostrados com armadilha Malaise em oito pontos do Estado do Paraná, de agosto/1986 a julho/1988 pelo PROFAUPAR. ANT = Antonina; SJ = São José dos Pinhais; CO = Colombo; PG = Ponta Grossa; TB = Telêmaco Borba; GUA = Guarapuava; JU = Jundiaí do Sul; FE = Fênix. .... 23

**Tabela IV.** Riqueza (S), número de *singletons* e *doubletons* e sua respectiva proporção. Dados de Chrysomelidae, amostrados com armadilha Malaise em oito pontos do Estado do Paraná, de agosto/1986 a julho/1988 pelo PROFAUPAR. ANT = Antonina; SJ = São José dos Pinhais; CO = Colombo; PG = Ponta Grossa; TB = Telêmaco Borba; GUA = Guarapuava; JU = Jundiaí do Sul; FE = Fênix. .... 24

**Tabela V.** Valores estimados da riqueza de Chrysomelidae, amostrados com armadilha Malaise em oito pontos do Estado do Paraná, de agosto/1986 a julho/1988 pelo PROFAUPAR. ANT = Antonina; SJ = São José dos Pinhais; CO = Colombo; PG =

Ponta Grossa; TB = Telêmaco Borba; GUA = Guarapuava; JU = Jundiá do Sul; FE = Fênix. .... 26

**Tabela VI.** Número de espécies de Chrysomelidae compartilhadas entre os pares de locais, amostrados com armadilha Malaise, em oito pontos do Estado do Paraná de agosto/1986 a julho/1988 pelo PROFAUPAR. ANT = Antonina; SJ = São José dos Pinhais; CO = Colombo; PG = Ponta Grossa; TB = Telêmaco Borba; GUA = Guarapuava; JU = Jundiá do Sul; FE = Fênix. .... 27

**Tabela VII.** Abundância (N) e riqueza (S) de Coleoptera e Chrysomelidae amostrados com armadilha Malaise em Ponta Grossa, durante os períodos de agosto/1986 a julho/1988 (projeto PROFAUPAR) e setembro/1999 a agosto/2001 (projeto PROVIVE). .... 31

## CAPÍTULO II

**Tabela I.** Abundância (N) de Coleoptera e abundância e riqueza (S) de Chrysomelidae coletados em cada ano, em oito pontos do Estado do Paraná, amostrados com armadilha Malaise, de agosto/1986 a julho/1988 pelo PROFAUPAR. ANT = Antonina; SJ = São José dos Pinhais; CO = Colombo; PG = Ponta Grossa; TB = Telêmaco Borba; GUA = Guarapuava; JU = Jundiá do Sul; FE = Fênix. .... 57

**Tabela II.** Correlação entre captura média mensal de Coleoptera e Chrysomelidae e as variáveis meteorológicas temperatura máxima ( $T_{max}$ ) e mínima ( $T_{min}$ ), umidade relativa (UR), pluviosidade (Pluv.) e Fotoperíodo (FP), em oito locais amostrados com armadilha Malaise no Estado do Paraná, de agosto/1986 a julho/ 1988. Valores seguidos por \* apresentaram correlação significativa ( $p < 0,05$ ). .... 58

**Tabela III.** As dez espécies dominantes de Chrysomelidae amostradas com armadilha Malaise em oito locais do Estado do Paraná, de agosto/1986 a julho/1988 pelo PROFAUPAR. Abundância total ( $N_{total}$ ), abundância no local onde a espécie foi mais coletada ( $N_{local}$ ), local onde a espécie foi mais coletada e valores de correlação temperatura máxima ( $T_{max}$ ) e mínima ( $T_{min}$ ), umidade relativa (UR), pluviosidade (Pluv) e Fotoperíodo (FP). Valores seguidos de \* apresentaram correlação significativa a 5% de significância. ANT = Antonina; SJ = São José dos Pinhais; CO = Colombo; PG =

Ponta Grossa; TB = Telêmaco Borba; GUA = Guarapuava; JU = Jundiá do Sul; FE = Fênix. ....	64
---	----

### CAPÍTULO III

<b>Tabela I.</b> Correlação entre as classes de tamanho e abundância (N) e entre as classes de tamanho e riqueza (S) de Chrysomelidae, coletados com armadilha Malaise em quatro áreas com diferentes níveis de conservação, em Ponta Grossa, Paraná. Valores seguidos de * apresentaram correlação significativa ( $p < 0,05$ ). ....	83
--	----

<b>Tabela II.</b> Tamanho corporal (mm) ( $\text{média} \pm \sigma$ ) da comunidade de Chrysomelidae coletada com armadilha Malaise em quatro áreas com diferentes níveis de conservação em Ponta Grossa, Paraná. Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente ( $p < 0,05$ ). (n) número de exemplares mensurados e (S) riqueza. ....	86
---	----

<b>Tabela II.</b> Tamanho corporal (mm) ( $\text{média} \pm \sigma$ ) da comunidade de Chrysomelidae coletada com armadilha Malaise em quatro áreas com diferentes níveis de conservação em Ponta Grossa, Paraná. Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente ( $p < 0,05$ ). (n) número de exemplares mensurados e (S) riqueza. ....	87
---	----

## Resumo

Buscando reconhecer áreas faunísticas representativas dos vários ambientes do Estado do Paraná, entre agosto/1986 e julho/1988 foi desenvolvido o Levantamento da Fauna Entomológica no Estado do Paraná – PROFAUPAR. A partir de coletas semanais com armadilha Malaise em oito localidades, 39.761 coleópteros foram amostrados, dos quais 7.611 pertencem a 465 espécies de Chrysomelidae. Ponta Grossa foi o local com maior abundância e o segundo mais rico, ficando atrás somente de São José dos Pinhais. Galerucinae foi a subfamília mais abundante e a mais rica. Telêmaco Borba apresentou o maior índice de diversidade e Antonina a maior dominância, causada por *Margaridisa* sp. (Galerucinae, Alticini). Do total de espécies capturadas, 78,5% apresentaram menos de dez indivíduos. Já as dez espécies mais abundantes foram responsáveis por 44,7% do total coletado. Pela curva de acumulação de espécies, já nos cinco primeiros meses, em Telêmaco Borba e Fênix foram coletados 72% do total das espécies registradas para estes locais e, ao contrário, em São José dos Pinhais o maior número de espécies foi coletado no segundo ano. As estimativas de riqueza de espécies apontam que devam existir ainda de 34,6% a 58,7% de espécies a serem capturadas e, que em Telêmaco Borba, com o incremento de coletas, haverá o menor incremento. Nenhuma espécie foi comum a todos os locais e, dentre eles, São José dos Pinhais apresentou o maior número de espécies exclusivas. Apesar dos baixos valores de similaridade, o relacionamento entre os locais refletiu o tipo florestal no qual estão inseridos. Quanto à estrutura de comunidade, Colombo e Telêmaco Borba mostraram-se mais relacionados. Antonina e Ponta Grossa foram os locais mais estáveis entre os anos, tanto na composição quanto na estrutura de comunidade. Comparando os dados de Ponta Grossa de dois períodos distintos, com intervalo de 13 anos, foi verificado um aumento do grau sucessional refletido na redução da proporção dos crisomelídeos. Além disso, houve uma mudança na composição das espécies dominantes, com *Neothona prima* Bechyné, 1955 (Galerucinae, Alticini) sendo substituída por *Dinaltica gigia* Bechyné, 1956 (Galerucinae, Alticini). A sazonalidade de Coleoptera e Chrysomelidae foi semelhante, com maior abundância nos meses mais quentes de primavera e verão, mas com picos de abundância variando entre os diferentes locais. O fotoperíodo, temperatura e umidade foram os fatores que mais influenciaram a sazonalidade de Chrysomelidae. As dez espécies dominantes foram: *Margaridisa* sp., *Neothona prima*, *Dinaltica gigia*, *Diphaltica* sp., *Epitrix* sp.6, *Genaphthona yasmina* Bechyné, 1955, Eumolpinae sp.24,

*Monoplatus ocularis* Bechyné, 1955, *Trichaltica micros* Bechyné, 1954 e *Syphraea* sp.4. Com exceção de *Diphaltica* sp., Eumolpinae sp.24 e *T. micros* que parecem ser univoltinas, com pico de ocorrência no verão, as demais tiveram pelo menos dois picos de abundância durante os anos. A maioria das espécies apresentou pico de ocorrência no verão, entretanto *Epitrix* sp.6 e *G. yasmina* apresentaram picos no inverno. Houve tendência de diminuição do tamanho de Chrysomelidae com o aumento da abundância. Tanto a abundância quanto a riqueza apresentaram correlação negativa com o tamanho corporal, sendo suas maiores frequências registradas entre 3 e 4,99 mm. Apesar disso, o tamanho explicou pouco da variação da abundância, de modo que outros fatores devem ser mais importantes na determinação das densidades populacionais. Foi verificada uma tendência de diminuição no tamanho corporal na comunidade de Chrysomelidae das áreas mais degradadas para as menos degradadas.

## Abstract

In order to recognize faunistic areas of different environments of the Parana state, the Entomologic Fauna Survey in the State of Parana – PROFAUPAR, was conducted from August/1986 to July/1988. Samples using Malaise traps were conducted weekly in eight localities. The total of 39,761 Coleoptera were collected, of which 7,611 belongs to 465 Chrysomelidae species. Ponta Grossa was the most abundant and was the second richest site, with São José dos Pinhais being the richest. Galerucinae was the most abundant and richest subfamily. Telêmaco Borba had the higher diversity index and Antonina was the most dominant, due *Margaridisa* sp. (Galerucinae, Alticini). Of the total species of chrysomelids collected, 78.5% had less than ten individuals. However, the ten most abundant species represented 44.7% of the total collected. The species accumulation curve showed that in Telêmaco Borba and Fênix, 72% of species were recorded during the first five months of samplings, unlike in São José dos Pinhais the higher species richness was collected in the second year. The richness estimators indicated that there are still 34.6% to 58.7% species to be captured and, in Telêmaco Borba there will be the lower increment of species with the increase of samplings. No species was common to all sites and among them in São José dos Pinhais was observed the highest number of exclusive species. Despite the low similarity values, the relationships among sites reflected the forests types which they belong. The structure of community of Colombo and Telêmaco Borba was more related. Comparing the sites, Antonina and Ponta Grossa had the most stable composition and structure of community between years. The temporal analysis performed in Ponta Grossa, based on data of two distinct periods, with an interval of 13 years, showed an increase of successional level reflected by a decrease of chrysomelid proportion. Moreover, there was a change in dominant species, with *Neothona prima* Bechyné, 1955 (Galerucinae, Alticini) being replaced by *Dinaltica gigia* Bechyné, 1956 (Galerucinae, Alticini). The seasonality of Coleoptera and Chrysomelidae were similar, with higher abundance during the warmer months of Spring and Summer, but with abundance peaks varying among the localities. The photoperiod, temperature and humidity were the variables that most influenced the Chrysomelidae seasonality. The ten dominant species were: *Margaridisa* sp., *Neothona prima*, *Dinaltica gigia*, *Diphaltica* sp., *Epitrix* sp.6, *Genaphthona yasmina* Bechyné, 1955, Eumolpinae sp.24, *Monoplatus ocularis* Bechyné, 1955, *Trichaltica micros* Bechyné, 1954 and *Syphraea* sp.4. Except for *Diphaltica* sp., Eumolpinae sp.24 and *T.*

*micros*, that are possibly univoltine, with peaks occurring only during Summer, the other species had at least two peaks of abundance during the years. Most of them showed peaks in the Summer, however *Epitrix* sp.6 and *G. yasmina* showed peaks in Winter. There is a trend in Chrysomelidae to decrease the size with the increase of abundance. Both the abundance and richness showed negative correlation with body size, with its highest frequencies recorded between 3 and 4.99 mm. Nevertheless, the size explained somewhat the abundance variation, so other factors must be more important for determining the population densities. There was a trend of decrease the body size of Chrysomelidae community with the increase of preservation level of the areas.



## INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é reconhecidamente um dos países detentores da maior biodiversidade, com aproximadamente 9,5% de toda a biota do planeta (Lewinsohn & Prado 2005). Dentre os grupos animais, Insecta se destaca como o mais diverso, com aproximadamente 100.000 espécies registradas para o Brasil. Entretanto, estimativas recentes apontam que devam existir pelo menos sete vezes mais espécies que as atualmente registradas (Lewinsohn & Prado 2002).

A Mata Atlântica é considerada o bioma brasileiro melhor conhecido e o mais bem amostrado. Apesar de sua acentuada devastação, abriga uma parcela significativa da diversidade biológica brasileira, com altos níveis de endemismo, sendo considerada um dos cinco mais importantes *hotspots* de biodiversidade (Myers *et al.* 2000). No Estado do Paraná, este bioma ocupa cerca de 98% do território, onde predominam as florestas estacionais semidecíduais, florestas ombrófilas mistas e densas (IBGE 2004).

Dada a rapidez com que os ecossistemas naturais vêm desaparecendo e a conseqüente perda da biodiversidade, tem surgido a preocupação com a preservação e o conhecimento da diversidade que ainda resta. Dessa forma, inventários biológicos são as ferramentas básicas para o reconhecimento de tal diversidade, bem como para o monitoramento das alterações de seus diferentes componentes, seja perante condições ambientais distintas, seja em resposta a impactos de processos naturais ou de atividades humanas (Lewinsohn *et al.* 2001).

Em 1986, gerenciado pelo Centro de Identificação de Insetos Fitófagos - CIIF, do Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná, teve início o Levantamento da Fauna Entomológica no Estado do Paraná - PROFAUPAR. Seu principal objetivo foi reconhecer áreas faunísticas representativas dos vários ambientes naturais ainda existentes no Estado do Paraná, como mantenedoras de uma diversidade faunística, capaz de servir como estoque para repovoamentos ou sustentação das condições ambientais dentro da própria área e, por meio da utilização de uma metodologia padronizada de coleta, permitir comparações da entomofauna dentro e entre os ecossistemas. Para isso, foram realizadas coletas de insetos, empregando armadilhas Malaise e luminosa, em oito diferentes municípios do Estado, localizados em cinco regiões geológicas distintas. Este projeto foi conduzido durante dois anos ininterruptamente, sendo finalizado em julho de 1988.

A partir do material coletado pelo PROFAUPAR, vários artigos foram publicados. O primeiro, que traz informações faunísticas, é o de Marinoni & Dutra (1993), neste artigo os autores apresentam a situação climática e florística dos locais amostrados bem como informações em nível de ordem, resultado do primeiro ano de coletas, onde foram capturados com as duas metodologias 2.470.160 exemplares de insetos (incluindo Collembola). Após este trabalho, seguiram-se os de Dutra & Miyazaki (1994), Miyazaki & Dutra (1995) e Marinoni & Dutra (1997) com Coleoptera; Marinoni & Dutra (1996), Marinoni *et al.* (1997) e Marinoni *et al.* (1999) com Lepidoptera; Marinoni & Bonatto (2002), Costacurta *et al.* (2003), Rodríguez-Fernández *et al.* (2006) e Marinoni *et al.* (2006) com Diptera; Scatolini & Penteado-Dias (2003) e Azevedo *et al.* (2006) com Hymenoptera e, Marinoni & Almeida (2000) e Almeida & Marinoni (2000) com Trichoptera. Todos estes artigos trataram de aspectos ecológicos dos grupos, abordando em sua grande maioria os dados do primeiro ano de coletas, alguns tratando de níveis taxonômicos superiores, principalmente família.

Além desses trabalhos, nos últimos 20 anos pelo menos 35 artigos taxonômicos foram publicados utilizando o material do PROFAUPAR, onde foram descritas 65 novas espécies de insetos e várias espécies tiveram seu registro de ocorrência ampliado para o Paraná e também para o Brasil. Como boa parte do material deste projeto ainda não foi estudado, provavelmente existam várias espécies a serem descritas, além de informações que ampliem a área de ocorrência de tantas outras. Um exemplo é o caso dos Bethyridae (Hymenoptera), que antes da realização deste projeto eram conhecidas apenas sete espécies para o Paraná e, após estudos taxonômicos com material do PROFAUPAR, 70 espécies foram registradas, ou seja, dez vezes mais espécies do que as antes conhecidas para o estado (Azevedo *et al.* 2006).

Outro importante levantamento realizado no Paraná foi Projeto Vila Velha – PROVIVE. Iniciado em setembro de 1999, teve como objetivo reconhecer a entomofauna de áreas em diferentes níveis de conservação. Para isso, foram realizadas coletas sistemáticas com armadilhas Malaise e de solo, durante três anos, em cinco áreas com diferentes características florísticas, sendo três delas em níveis crescente de sucessão.

A partir deste levantamento alguns artigos que tratam de aspectos faunísticos foram publicados, os quais abordam principalmente a ordem Coleoptera (Ganho & Marinoni 2003, 2005; Marinoni & Ganho 2003, 2006; Linzmeier *et al.* 2006) e Diptera (Syrphidae) (Marinoni *et al.* 2004; Jorge *et al.* 2007).

Coleoptera, a mais rica e variada ordem de Insecta, compreende aproximadamente 360.000 espécies descritas (Lawrence & Britton 1991). Dentro de Coleoptera, Chrysomelidae é uma das famílias mais diversas, possuindo aproximadamente 36.500 espécies descritas. Para o Brasil são conhecidas cerca de 4.400 espécies alocadas em 356 gêneros, representando 35% das espécies e 64% dos gêneros registrados para a Região Neotropical (Costa 2000).

Os crisomelídeos são herbívoros, essencialmente monófagos ou oligófagos, com a polifagia aparecendo como uma característica evolutiva secundária (Jolivet 1988, 1992). Tanto adultos como larvas se alimentam de ramos, folhas e raízes de quase todas as famílias de plantas superiores, com alguns grupos apresentando uma preferência por determinadas famílias, como por exemplo, Galerucini por Cucurbitaceae, Cassidini por Convolvulaceae e Hispini por Poaceae e Arecaceae (Jolivet 1988). Apesar da predominância de espécies herbívoras, principalmente folívoras, várias se alimentam de pólen (Konstantinov & Vandenberg 1996) e algumas ainda podem apresentar diferentes hábitos, como a entomofagia (Mafra-Neto & Jolivet 1994) e o canibalismo (principalmente oofagia) (Mafra-Neto & Jolivet 1996).

As larvas de muitas espécies vivem no solo, onde se alimentam das raízes de plantas herbáceas, outras se alimentam livremente na superfície das folhas e há ainda espécies com larvas minadoras como *Megistops vandepolli* Duvivier, 1889 (Linzmeier *et al.* 2007) e, estritamente espermófagas, no caso dos bruquíneos (Linzmeier *et al.* 2004).

Dentre as espécies mais estudadas estão aquelas de importância econômica, as quais causam danos a plantas cultivadas em todas as regiões do mundo. Entretanto, algumas são consideradas altamente benéficas devido ao seu desempenho eficiente em suprimir plantas daninhas, de modo que várias espécies têm sido introduzidas na América do Norte e Austrália como agentes de controle biológico de plantas exóticas (Konstantinov & Vandenberg 1996).

Apesar de sua grande diversidade, pouco se sabe a respeito da biologia e ecologia das espécies e ainda há muita controvérsia entre os especialistas quanto à classificação ao nível de subfamília/tribo e também quanto à identificação de várias espécies, já que muitas delas são altamente polimórficas e foram descritas mais de uma vez. Atualmente a família é composta por 11 subfamílias: Chrysomelinae, Bruchinae, Sagrinae, Donaciinae, Criocerinae, Cassidinae, Galerucinae, Spilopyrinae, Lamprosomatinae, Cryptocephalinae e Eumolpinae (Reid 1995, 2000; Chaboo 2007).

Sendo Chrysomelidae um grupo herbívoro e altamente relacionado à sua planta hospedeira, as diferentes características abióticas dos locais amostrados, tais como temperatura, umidade, geologia, etc, além das diferentes formas de atuação antrópica, refletirão em uma flora diferenciada que irá abrigar, por sua vez, uma fauna característica de Chrysomelidae em cada local. As alterações temporais dessa fauna tendem a fornecer respostas às mudanças ambientais e antrópicas e, as alterações espaciais, juntamente com as temporais, serão uma fonte a mais de dados que contribuirão na indicação de locais mais apropriados para conservação.

Como o material do PROFAUPAR teve e continua tendo grande importância para o conhecimento da diversidade de insetos do Paraná, e vem fornecendo, a mais de 20 anos, dados para o desenvolvimento de vários estudos científicos, torna-se de grande valia a utilização desses dados para estudos de diversidade e de variações espaciais e temporais das comunidades de Chrysomelidae. Assim, o PROFAUPAR carrega consigo grande importância histórica já que os locais estudados, devido a fatores naturais e antrópicos, se encontram atualmente em níveis diferenciados de conservação.

Assim, neste trabalho pretende-se contribuir não apenas para a ampliação do conhecimento da diversidade, estrutura de comunidade e sazonalidade de Chrysomelidae no Estado do Paraná, como também tentar reconhecer ferramentas que possibilitem a utilização de Chrysomelidae como indicador ambiental.

Este trabalho está dividido em três capítulos. O primeiro trata de aspectos da diversidade  $\alpha$  dos locais amostrados e da diversidade  $\beta$ , tanto no espaço quanto no tempo. O segundo capítulo aborda a sazonalidade de Chrysomelidae e das dez espécies dominantes no PROFAUPAR, coletadas durante dois anos consecutivos. E, o terceiro, aborda a relação entre tamanho corporal e abundância de Chrysomelidae em áreas em diferentes níveis de sucessão.

## REFERÊNCIAS

- Almeida, G. L. & L. Marinoni. 2000. Abundância e sazonalidade das espécies de Leptoceridae (Insecta, Trichoptera) capturadas com armadilha luminosa no Estado do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** 17: 347-359.
- Azevedo, C. O.; J. L. Helmer & F. C. C. Barreto. 2006. Análise da fauna de Bethyridae (Hymenoptera, Chrysidoidea) de oito localidades do Paraná, Brasil. **Boletim do Museu Biológico Mello Leitão (N. Ser.)** 20: 83-94.
- Chaboo, C. S. 2007. Biology and phylogeny of the Cassidinae Gyllenhal *Sensu lato* (Tortoise and Leaf-mining beetles) (Coleoptera: Chrysomelidae). **Bulletin of the American Museum of Natural History** 305: 1-250.
- Costa, C. 2000. Estado de conocimiento de los Coleoptera Neotropicales, p. 99-114. In: F. Martín-Piera; J. J. Morrone & A. Melic (eds). **Hacia un Proyecto CYTED para el Inventario y Estimación de la Diversidad Entomológica en Iberoamérica: PRIBES-2000**. Vol. 1, Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza. 326p.
- Costacurta, N. do C.; R. C. Marinoni & C. J. B. de Carvalho. 2003. Fauna de Muscidae (Diptera) em três localidades do Estado do Paraná, Brasil, capturada por armadilha malaise. **Revista Brasileira de Entomologia** 47: 389-397.
- Dutra, R. R. & R. D. Miyazaki. 1994. Famílias de Coleoptera capturadas em oito localidades do Estado do Paraná, Brasil. **Arquivos de Biologia e Tecnologia** 37: 889-894.
- Ganho, N. G. & R. C. Marinoni. 2003. Fauna de Coleoptera no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. Abundância e riqueza das famílias capturadas através de armadilhas malaise. **Revista Brasileira de Zoologia** 20: 727-736.
- Ganho, N. G. & R. C. Marinoni. 2005. A diversidade inventarial de Coleoptera (Insecta) em uma paisagem antropizada do Bioma Araucária. **Revista Brasileira de Entomologia** 49: 535-543.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2004. **Mapa de Biomas do Brasil**. Ministério do Meio Ambiente.
- Jolivet, P. 1988. Food habits and food selection of Chrysomelidae: Bionomic and evolutionary perspectives, p. 1-24. In: P. Jolivet & T. H. Hsiao (eds). **Biology of Chrysomelidae**. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 615p.
- Jolivet, P. 1992. **Insects and plants: parallel evolution and adaptations**. 2<sup>nd</sup> Edition, Sandhill Crane Press, 190p.

- Jorge, C. M.; L. Marinoni & R. C. Marinoni. 2007. Diversidade de Syrphidae (Diptera) em cinco áreas com situações florísticas distintas no Parque Estadual Vila Velha em Ponta Grossa, Paraná. **Iheringia, Série Zoologia** 97: 452-460.
- Konstantinov, A. S. & N. J. Vandenberg. 1996. **Handbook of Palearctic Flea Beetles (Coleoptera: Chrysomelidae: Alticini)**. Associated Publishers. 439p.
- Lawrence, J. F. & E. B. Britton. 1991. Coleoptera (Beetles), p. 543-683. *In*: Csiro Division of Entomology (ed.). **The insects of Australia. A textbook for students and research workers**. Carlton, Melbourne University Press, 2<sup>nd</sup> Edition, Vol. 2, vi + 543-1137 p.
- Lewinsohn, T. M. & P. I. Prado. 2005. Quantas espécies há no Brasil? **Megadiversidade** 1: 36-42.
- Lewinsohn, T. M. & P. I. Prado. 2002. **Biodiversidade Brasileira: síntese do estado atual do conhecimento**. Contexto, São Paulo. 176p.
- Lewinsohn, T. M.; P. I. Prado & A. M. Almeida. 2001. Inventários bióticos centrados em recursos: insetos fitófagos e plantas hospedeiras, p. 174-189. *In*: Garay, I. & B. Dias (orgs). **Conservação da Biodiversidade em Ecossistemas Tropicais**. Editora Vozes, Petrópolis. 430p.
- Linzmeier, A. M.; C. S. Ribeiro-Costa & E. Caron. 2004. Comportamento e ciclo de vida de *Sennius bondari* (Pic) (Coleoptera, Chrysomelidae, Bruchinae) em *Senna macranthera* (Collad.) Irwin & Barn. (Caesalpinaceae). **Revista Brasileira de Zoologia** 21: 351-356.
- Linzmeier, A. M.; C. S. Ribeiro-Costa & R. C. Marinoni. 2006. Fauna de Alticini (Newman) (Coleoptera, Chrysomelidae, Galerucinae) em diferentes estágios sucessionais na Floresta com Araucária do Paraná, Brasil: diversidade e estimativa de riqueza de espécies. **Revista Brasileira de Entomologia** 50: 101-109.
- Linzmeier, A. M.; C. S. Ribeiro-Costa & L. A. Moura. 2007. First description of immatures for *Megistops* (Boheman) (Coleoptera, Chrysomelidae, Galerucinae) in a new host-plant family, with notes on life history and redescription of *M. vandepolli* Duvivier. **Zootaxa** 1615: 55-68.
- Mafra-Neto, A. & P. Jolivet. 1994. Entomophagy in Chrysomelidae: *Aristobrotica angulicollis* (Erichson) feeding on adult meloids (Coleoptera), p. 171-178. *In*: Jolivet, P.; M. L. Cox & E. Petitpierre (eds). **Novel aspects of the biology of Chrysomelidae**. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 600p.

- Mafrá-Neto, A. & P. Jolivet. 1996. Cannibalism in leaf beetles, p. 195-211. *In*: Jolivet, P. H. A. & M. L. Cox (eds). **Chrysomelidae Biology: Ecological Studies**. Academic Publishing, Amsterdam, The Netherlands. 465p.
- Marinoni, L. & G. L. Almeida. 2000. Abundância e sazonalidade das espécies de Hydropsychidae (Insecta, Trichoptera) capturadas com armadilha luminosa no Estado do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** 17: 283-299.
- Marinoni, L. & S. R. Bonatto. 2002. Sazonalidade de três espécies de Syrphidae (Insecta, Diptera) capturadas com armadilha malaise no Estado do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** 19: 95-104.
- Marinoni, L.; G. F. Miranda & F. C. Thompson. 2004. Abundância e riqueza de espécies de Syrphidae (Diptera) em áreas de borda e interior de floresta no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia** 48: 553-559.
- Marinoni, L.; R. C. Marinoni; C. M. Jorge & S. R. Bonatto. 2006. Espécies mais abundantes de Syrphidae (Diptera) em dois anos de coletas com malaise no Estado do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** 23: 1071-1077.
- Marinoni, R. C. & N. G. Ganho. 2003. A fauna de Coleoptera em áreas com diferentes condições florísticas no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. Abundância e riqueza das famílias capturadas através de armadilhas de solo. **Revista Brasileira de Zoologia** 20: 737-744.
- Marinoni, R. C. & N. G. Ganho. 2006. A diversidade diferencial beta de Coleoptera (Insecta) em uma paisagem antropizada do Bioma Araucária. **Revista Brasileira de Entomologia** 50: 64-71.
- Marinoni, R. C. & R. R. Dutra. 1993. Levantamento da fauna entomológica no Estado do Paraná. I. Introdução. Situações climática e florística de oito pontos de coleta. Dados faunísticos de agosto de 1986 a julho de 1987. **Revista Brasileira de Zoologia** 8: 31-73.
- Marinoni, R. C. & R. R. Dutra. 1996. Levantamento da fauna entomológica no Estado do Paraná. II. Ctenuchidae (Lepidoptera). **Revista Brasileira de Zoologia** 13: 435-461.
- Marinoni, R. C. & R. R. Dutra. 1997. Famílias de Coleoptera capturadas com armadilha malaise em oito localidades do Estado do Paraná, Brasil. Diversidade alfa e beta. **Revista Brasileira de Zoologia** 14: 751-770.

- Marinoni, R. C.; R. R. Dutra & M. M. Casagrande. 1997. Levantamento da fauna entomológica no Estado do Paraná. III. Saturniidae (Lepidoptera). **Revista Brasileira de Zoologia** **14**: 473-495.
- Marinoni, R. C.; R. R. Dutra & O. H. H. Mielke. 1999. Levantamento da fauna entomológica no Estado do Paraná. IV. Sphingidae (Lepidoptera). **Revista Brasileira de Zoologia** **16**: 223-240.
- Miyazaki, R. D. & R. R. Dutra. 1995. Famílias de Coleoptera capturadas com armadilha luminosa em oito localidades do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** **12**: 321-332.
- Myers, N.; R. A. Mittermeyer; G. A. B. Fonseca & J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature** **403**: 853-858.
- Reid, C. A. M. 1995. A cladistic analysis of subfamilial relationships in the Chrysomelidae *sensu lato* (Chrysomeloidea), p. 559-631. In: Pakaluk, J. & S. A. Slipinski (eds). **Biology, Phylogeny and Classification of Coleoptera: Papers Celebrating the 80<sup>th</sup> Birthday of Roy A. Crowson**. Muzeum i Instytut Zoologii PAN, Warszawa. 1092p.
- Reid, C. A. M. 2000. Spilopyrinae Chapuis: a new subfamily in the Chrysomelidae and its systematic placement (Coleoptera). **Invertebrate Taxonomy** **14**: 837-862.
- Rodríguez-Fernández, J. I.; C. J. B. de Carvalho & M. O. Moura. 2006. Estrutura de assembléias de Muscidae (Diptera) no Paraná: uma análise por modelos nulos. **Revista Brasileira de Entomologia** **50**: 93-100.
- Scatolini, D. & A. M. Penteado-Dias. 2003. Análise faunística de Braconidae (Hymenoptera) em três áreas de mata nativa do Estado do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia** **47**: 187-195.



## **CAPÍTULO I**

### **Diversidade de Chrysomelidae (Coleoptera) no Estado do Paraná, Brasil: Composição e Estrutura de Comunidade no Espaço e no Tempo**

## INTRODUÇÃO

O Paraná é um estado rico em ecossistemas, formado originalmente por 83% de formações florestais e 17% de formações não-florestais (Roderjan *et al.* 2002). É coberto, em quase sua totalidade, pela Mata Atlântica (IBGE 2004), ecossistema que possui uma porção significativa da biodiversidade brasileira (Paglia *et al.* 2004). Porém, atualmente, restam cerca de 4% de sua cobertura vegetal original em razão da ocupação humana e da intensificação de atividades agropastoris. Com a redução das áreas naturais, que vem crescendo ano após ano, tem surgido a preocupação com a perda da biodiversidade e com os problemas decorrentes desse processo.

Para que o conhecimento da biodiversidade e o acompanhamento de suas alterações sejam efetivos, há a necessidade de inventários padronizados, realizados por longos períodos (Lewinsohn *et al.* 2001). Neste contexto estão os projetos Levantamento da fauna entomológica no Estado do Paraná (PROFAUPAR) e o Projeto Vila Velha (PROVIVE). O primeiro teve como objetivo o reconhecimento de áreas faunísticas representativas dos vários ambientes ainda existentes no Paraná, onde foram amostradas oito localidades, durante dois anos, e o segundo, de avaliar a entomofauna de áreas em diferentes estágios de conservação, produto de diferentes níveis de interferência antrópica, onde foram realizadas amostragens em cinco áreas de uma localidade do estado durante três anos.

Dentre os Insecta, Coleoptera é o grupo detentor do maior número de espécies, com Chrysomelidae se destacando como a segunda maior família (Costa 2000). São essencialmente herbívoros, estando intimamente associados às suas plantas hospedeiras, e possivelmente sensíveis a mudanças ambientais. Resultados do primeiro ano do PROFAUPAR e do PROVIVE, com uso de armadilha Malaise indicam Chrysomelidae, como a família mais abundante entre os Coleoptera (17,7% e 16%, respectivamente) (Marinoni & Dutra 1997; Ganho & Marinoni 2003), tendo os Alticini (Galerucinae) representado mais da metade dos Chrysomelidae (59,5%) coletados pelo PROVIVE (Linzmeier *et al.* 2006). Nos trabalhos de Ganho & Marinoni (2003) e Linzmeier *et al.* (2006) foi verificado que a proporção de Chrysomelidae diminui das áreas menos conservadas para as mais conservadas, de acordo com o observado por Hutcheson (1990), mostrando assim que este grupo além de abundantemente coletado, apresenta potencial como indicador de qualidade ambiental.

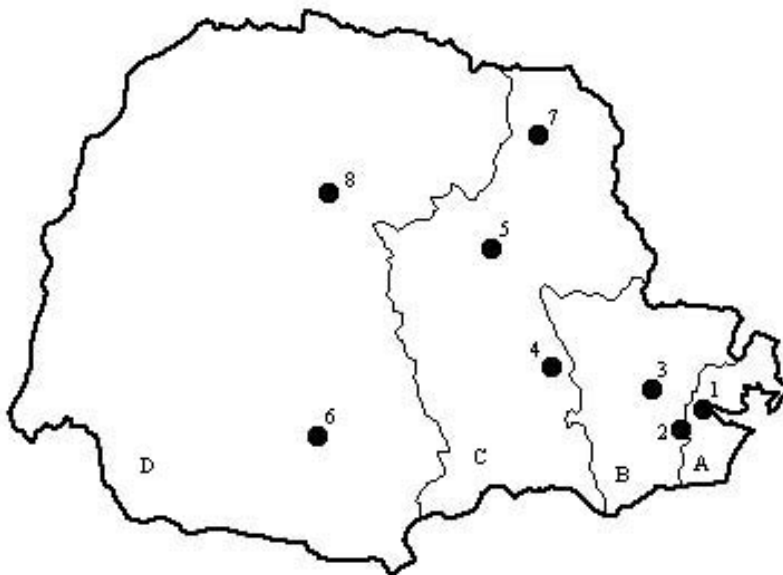
Para se entender como as comunidades respondem as diferenças ambientais é necessário conhecer sua distribuição no espaço e no tempo, as quais são comumente descritas pelas diversidades  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$ . A diversidade  $\alpha$  se refere a diversidade pontual de espécies em um dado local ou habitat, enquanto que a diversidade  $\beta$  é definida como a troca ou a substituição de espécies, podendo ser medida como a diferença entre comunidades, tanto no espaço quanto no tempo. Já a diversidade  $\gamma$  descreve a diversidade total de espécies em habitats múltiplos, contínuos ou descontínuos ou ainda dentro de uma ampla região geográfica e, por essa razão, compõe-se pelas diversidades  $\alpha$  e  $\beta$  (Whittaker 1972; Magurran 2004).

Sendo Chrysomelidae um grupo herbívoro, hiperdiverso e potencial indicador de qualidade ambiental, o objetivo geral desse capítulo é conhecer a diversidade  $\alpha$  e  $\beta$  deste grupo a partir de amostragens em vários pontos de coleta no estado do Paraná, buscando comparar as alterações na composição e estrutura dessa comunidade tanto espacialmente como temporalmente. Como objetivos específicos pretende-se: 1) comparar a fauna e a estrutura de comunidade de Chrysomelidae nos pontos amostrados pelo projeto PROFAUPAR relacionando, quando possível, às características florísticas de cada local (segundo Hatschbach *in* Marinoni & Dutra 1993); 2) realizar uma análise temporal de Chrysomelidae entre os anos de coleta de cada localidade do projeto PROFAUPAR e entre a localidade de Ponta Grossa do projeto PROFAUPAR e do PROVIVE; 3) estimar a riqueza de Chrysomelidae em cada local e 4) verificar o potencial do grupo como indicador de qualidade ambiental.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Locais de Coleta

Foram selecionados oito pontos de coleta no Estado do Paraná (Fig. 1), buscando abranger diferentes regiões geomorfológicas e florísticas e que se localizavam em área com vegetação primária preservada ou em regeneração e com disponibilidade



**Fig. 1.** Mapa do Estado do Paraná indicando os locais amostrados durante agosto/1986 a julho/1988 pelo PROFAUPAR e as diferentes regiões geomorfológicas. 1) Antonina; 2) São José dos Pinhais; 3) Colombo; 4) Ponta Grossa; 5) Telêmaco Borba; 6) Guarapuava; 7) Jundiá do Sul; 8) Fênix. A) Planície Litorânea; B) Primeiro Planalto; C) Segundo Planalto; D) Terceiro Planalto.

**Antonina** (25°28'S, 48°50'W) (Fig. 2): ponto de coleta na área litorânea, localizado na Reserva Biológica de Sapitanduva, estrada velha de Morretes a Antonina, a aproximadamente 60 m de altitude. É uma propriedade particular, pertencente ao Dr. Gert Hatschbach, com cerca de 50 hectares, com boas condições de preservação e bastante representativo da região, onde predomina a Floresta Ombrófila Densa Submontana (Velloso & Góes-Filho 1982).

**São José dos Pinhais** (25°34'S, 49°01'W) (Fig. 3): ponto de coleta na Serra do Mar, onde estão instaladas torres de retransmissão de ondas radiofônicas, de televisão e de comunicações, sob o controle principal da Telecomunicação do Paraná S/A – TELEPAR. Localizada a 4 km de distância do km 54 da BR-277, a aproximadamente

1.050 m de altitude, a área é de transição entre Floresta Ombrófila Densa Montana e Floresta Ombrófila Mista (Veloso & Góes-Filho 1982).

**Colombo** (25°20'S, 49°14'W) (Fig. 4): o local escolhido no primeiro planalto foi a propriedade da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, localizada junto à rodovia Curitiba – Adrianópolis, antiga estrada da Ribeira, no km 19 (BR-476), a aproximadamente 915 m de altitude. A região é caracterizada como de Floresta Ombrófila Mista Montana (Veloso & Góes-Filho 1982).

**Ponta Grossa** (25°14'S, 50°03'W) (Fig. 5): um dos locais escolhidos no segundo planalto paranaense, localizado no Parque Estadual de Vila Velha, junto à Rodovia do Café, BR-376, km 83, a aproximadamente 880 m de altitude, onde predomina a Floresta Ombrófila Mista Montana (Veloso & Góes-Filho 1982).

**Telêmaco Borba** (24°17'S, 50°37'W) (Fig. 6): segundo ponto na mesma área geomorfológica. Área representativa de matas de altitude, onde há abundância de *Ilex paraguariensis* (erva-mate). Trata-se da Reserva Biológica Samuel Klabin, com cerca de 200 hectares, pertencente à Indústria Klabin de Papel e Celulose. Está localizada a aproximadamente 4 km de Harmonia, na Rodovia Telêmaco Borba – Curiúva, a aproximadamente 750 m de altitude, também caracterizada como Floresta Ombrófila Mista Montana.

**Guarapuava** (25°40'S, 52°01'W) (Fig. 7): situado no planalto de Guarapuava, o primeiro local de coleta no terceiro planalto paranaense está localizado na Estância Santa Clara, no vale do rio Jordão, a aproximadamente 740 m de altitude, encravado numa região de campos limpos (Campos de Guarapuava). A área, com cerca de 120 hectares, pertence à Empresa Paranaense de Turismo - Paranatur, distante 12 quilômetros da Rodovia 373, Três Pinheiros – Pato Branco. Apresenta uma considerável área florestada, apesar de atingida em muitos pontos pelo corte de madeiras de lei. É um local de transição entre Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Semidecidual (Veloso & Góes-Filho 1982).

**Jundiá do Sul** (23°26'S, 50°16'W) (Fig. 8): terceiro ponto estabelecido no segundo planalto paranaense, localizado na Fazenda Monte Verde, a aproximadamente 500 m de altitude. Apresenta-se com características ímpares na região, pois possui área florestada de cerca de 400 hectares, com boa parte primitiva e, nas suas porções restantes, com mais de 45 anos de preservação. Possui composição florística mais semelhante à de Fênix que à da região de Harmonia, onde predomina a Floresta Estacional Semidecidual (Veloso & Góes-Filho 1982).

**Fênix** (23°54'S, 51°58'W) (Fig. 9): no Planalto de Campo Mourão foi instalado o segundo ponto de coleta do terceiro planalto paranaense, na Reserva Estadual de Vila Rica, sob o controle do Instituto de Terras, Cartografia e Florestas - ITCF, distando 2 quilômetros da cidade de Fênix, a aproximadamente 350 m de altitude. A reserva, que está às margens dos rios Ivaí e Corumbataí, cobre uma área de cerca de 360 hectares e caracterizada como Floresta Estacional Semidecidual (Veloso & Góes-Filho 1982).

Informações mais detalhadas a respeito dos locais amostrados podem ser encontradas em Marinoni & Dutra (1993).

### **Metodologia de Coleta**

Em cada um dos locais amostrados foi instalada uma armadilha Malaise (Townes 1972), perpendicular à uma picada existente na mata, com o maior eixo colocado no sentido norte-sul, estando o frasco coletor voltado para o norte. Esta armadilha captura um grande número e uma alta diversidade de insetos voadores, incluindo Coleoptera (Hutcheson 1990) e tem sido amplamente utilizada em levantamentos de abundância e diversidade de insetos (Campbell & Hanula 2007).

As coletas foram realizadas semanalmente, durante dois anos, de agosto de 1986 a julho de 1988. Semanalmente o material foi retirado do frasco coletor e transferido para potes plásticos de 250 ml com álcool a 70%, devidamente identificados.

### **Triagem e Identificação**

Os coleópteros amostrados no primeiro ano (agosto/1986 a julho/1987) já estavam montados e separados por família. Os coleópteros do segundo ano (19.870 exemplares), ou seja, de agosto de 1987 a julho de 1988, foram triados e separados das demais ordens sob estereomicroscópio, sendo posteriormente montados e etiquetados. Em seguida, os crisomelídeos foram identificados inicialmente em morfoespécies.



**Fig. 2 - 5.** Locais amostrados no Estado do Paraná pelo Projeto PROFAUPAR, entre agosto/1986 e julho/1988. 2) Antonina; 3) São José dos Pinhais; 4) Colombo; 5) Ponta Grossa.





**Fig. 6 - 9.** Locais amostrados no Estado do Paraná pelo Projeto PROFAUPAR, entre agosto/1986 e julho/1988. 6) Telêmaco Borba; 7) Guarapuava; 8) Jundiá do Sul; 9) Fênix.

A classificação de Chrysomelidae utilizada segue a proposta de Reid (1995, 2000) na qual são reconhecidas 11 subfamílias. Esta classificação tem sido seguida pela maioria dos autores como Lingafelter & Konstantinov (1999), Duckett *et al.* (2004), Linzmeier *et al.* (2007) e Silva & Ribeiro-Costa (2008).

A identificação do material foi realizada com base em bibliografia pertinente e por comparação com exemplares identificados das seguintes coleções: Coleção de Entomologia Pe. Jesus Santiago Moure (DZUP), Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul (FZRS), Museu Anchieta de Porto Alegre (MAPA), Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro (MNRJ), Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo (MZSP) e National Museum of Natural History, Smithsonian Institution



(NMNH). Além disso, contamos com a colaboração do Dr. Luciano de Azevedo Moura, da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, especialista em Galerucini (Galerucinae), do Dr. Alexander S. Konstantinov, especialista em Alticini (Galerucinae) e do Dr. Charles L. Staines, especialista em Hispini (Cassidinae) - ambos do National Museum of Natural History, Smithsonian Institution, da M. Sc. Flávia R. Fernandes especialista em Cassidinae *s. str.* do Museu de Zoologia da USP e da Dr<sup>a</sup> Cibele S. Ribeiro-Costa da Universidade Federal do Paraná, especialista em Bruchinae.

O material coletado está depositado na Coleção de Entomologia Pe. Jesus Santiago Moure do Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná e se encontra em processo de informatização. A informação dos espécimes poderá ser acessada via internet por meio do projeto Taxon line – Rede Paranaense de Coleções Biológicas ([www.taxonline.ufpr.br](http://www.taxonline.ufpr.br)).

### **Dados Meteorológicos**

Foram registradas as seguintes variáveis: temperatura mínima e máxima, umidade relativa do ar, pluviosidade e fotoperíodo. Com exceção do fotoperíodo, que foi obtido no Anuário Interativo do Observatório Nacional, os dados foram coligidos por estações meteorológicas oficiais ou oficiosas localizadas próximas aos locais de coleta, conforme situação e características abaixo:

**Antonina:** dados fornecidos pela Estação Meteorológica da Estação Experimental de Frutas do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), em Morretes (25°30'S, 48°49'W; altitude 59 m).

**São José dos Pinhais:** não há estação meteorológica próxima ao local de coleta; por suas características físicas próprias, não pôde ter suas condições climáticas avaliadas com base em dados de estações próximas. Assim, os dados de umidade relativa e de temperatura foram obtidos no próprio local, em horário fixo, por meio de uma “caixa meteorológica” (Dellome Filho 1985) e de um pluviômetro, instalados próximos à armadilha. A “caixa meteorológica” é composta de um psicrômetro (termômetros de bulbo seco e úmido) e um termômetro para registro de temperaturas máxima e mínima.

**Colombo:** dados fornecidos pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), colhidos no próprio local.

Ponta Grossa: dados fornecidos pelo IAPAR, colhidos na área.

**Telêmaco Borba:** dados fornecidos pela Indústria Klabin de Papel e Celulose, obtidos na localidade de Lagoa (24°13'S, 50°35'W).

**Jundiá do Sul:** dados fornecidos pela Estação Meteorológica de Cambará (23°00'S, 50°02'W; altitude 440 m).

**Guarapuava:** dados obtidos conforme os de São José dos Pinhais.

**Fênix:** dados fornecidos pela Estação Meteorológica de Ivaiporã (IAPAR) (24°20'S, 51°40'W; altitude 620 m).

## **Análise dos Dados**

### **Diversidade Alfa**

Foram analisadas a riqueza, a abundância e os seguintes índices para os diferentes pontos amostrados: índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ), dominância de Berger & Parker (BP) e uniformidade de Berger & Parker (UBP).

Para avaliar se houve diferença significativa na abundância de Coleoptera e de Chrysomelidae entre os pontos amostrados, foi aplicada uma Análise de Variância a 5% de significância. A normalidade dos dados foi previamente verificada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov (KS) e, quando necessário, os dados foram log transformados. Estas análises foram executadas no programa STATISTICA 8.0 (StatSoft. Inc. 2007).

Com a finalidade de estudar o potencial de Chrysomelidae como indicador de qualidade ambiental, foi calculada a proporção de Chrysomelidae em relação a Coleoptera nos pontos amostrados pelo PROFAUPAR, dividindo-se o total de indivíduos de Chrysomelidae pelo número total de Coleoptera.

Segundo Colwell (2004), foram utilizados os termos *singleton* para as espécies com um único exemplar capturado e *doubleton* para as espécies com dois exemplares capturados no conjunto das coletas realizadas.

Foram confeccionadas curvas de acumulação de espécies para cada local, buscando verificar como se deu o incremento de novas espécies ao longo das coletas.

Para obter a estimativa da riqueza de espécies em cada um dos locais, foram utilizados os estimadores Chao 1, Chao 2, Jack-Knife 1, Jack-Knife 2, Bootstrap e Michaelis-Menten, através do programa EstimateS: Richness Estimator, versão 7.00 (Colwell 2004). Foram utilizadas 50 casualizações com abundância de classes igual a 10.

## Diversidade Beta

Buscando verificar como a fauna dos diferentes locais está relacionada, tanto no espaço (entre os locais) quanto no tempo (entre os anos amostrados), foram realizadas análises aplicando-se o Coeficiente de Jaccard, que indica a similaridade entre os locais quanto à composição das espécies (dados de presença/ausência) e o Coeficiente de Morisita-Horn, que indica a relação entre os locais quanto à estrutura de comunidade (dados de abundância). Para a formação dos agrupamentos foi utilizado o método UPGMA (*Unweighted Pair Group Method-Averages*).

Com o objetivo de avaliar a influência das espécies raras nos resultados obtidos, também foram realizadas análises com os coeficientes acima citados, retirando-se as espécies com abundância inferior a dez exemplares. As execuções dessas análises foram realizadas no programa NTSYS-pc (*Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System*), versão 2.02i. (Rohlf 1989).

Foram conduzidas duas análises temporais para verificar as diferenças nas comunidades de Chrysomelidae, reflexo das alterações da flora e do clima ao longo dos anos: uma entre os dois anos nos oito locais amostrados pelo PROFAUPAR e, a outra, comparando o mesmo ponto amostrado em Ponta Grossa, pelo projeto PROVIVE, 13 anos depois.

No PROVIVE a metodologia utilizada foi semelhante a do PROFAUPAR, ou seja, coletas semanais com armadilha Malaise durante dois anos, de setembro de 1999 a agosto de 2001. Informações mais detalhadas a respeito do projeto PROVIVE podem ser encontradas em Ganho & Marinoni (2003).

## RESULTADOS

### Diversidade Alfa

Durante dois anos de coleta foram capturados 39.761 coleópteros, sendo 19.891 no primeiro ano (Marinoni & Dutra 1997) e 19.870 no segundo ano. As maiores abundâncias foram registradas em Jundiaí do Sul (8.967) e Ponta Grossa (8.948). Seguem-se a estes: São José dos Pinhais (4.828), Antonina (4.569), Telêmaco Borba (3.419), Colombo (3.410), Fênix (3.393) e Guarapuava (2.227) (Tabela I). Diferenças significativas na abundância ( $F_{1,184} = 7,09$ ;  $p < 0,05$ ) foram observadas entre Antonina e Guarapuava, entre Ponta Grossa e São José dos Pinhais, Colombo, Telêmaco Borba, Guarapuava e Fênix e, entre Jundiaí do Sul e São José dos Pinhais, Colombo, Telêmaco Borba, Guarapuava e Fênix (Tabela II).

Quanto à família Chrysomelidae, no total foram coletados 7.611 exemplares, representando 19,1% dos coleópteros capturados. Ponta Grossa se destacou com 32,9% dos crisomelídeos coletados (2.502 exemplares); as demais localidades apresentaram os seguintes valores de captura: Antonina (1.207), São José dos Pinhais (1.205), Jundiaí do Sul (1.157), Colombo (787), Telêmaco Borba (357), Guarapuava (207) e Fênix (189) (Tabela I). Diferenças significativas ( $F_{7,173} = 16,24$ ;  $p < 0,05$ ) foram observadas entre Guarapuava e Antonina, São José dos Pinhais, Colombo, Ponta Grossa e Jundiaí do Sul, entre Fênix e Antonina, São José dos Pinhais, Colombo, Ponta Grossa e Jundiaí do Sul, entre Ponta Grossa e São José dos Pinhais, Colombo e Telêmaco Borba e entre Telêmaco Borba e Antonina e Jundiaí do Sul (Tabela II).

Ponta Grossa apresentou a maior proporção de Chrysomelidae em relação à Coleoptera, 28%, com Antonina, São José dos Pinhais e Colombo com valores similares aos observados em Ponta Grossa. Os demais locais apresentaram baixos percentuais, com o menor registrado em Fênix 5,6% (Tabela III).

Das 11 subfamílias reconhecidas atualmente, oito foram registradas neste trabalho. Galerucinae se destacou como a mais abundante com 5.921 exemplares capturados, perfazendo 77,8% do total de crisomelídeos e, desta porcentagem 75% pertencem à Alticini. As demais subfamílias apresentaram as seguintes abundâncias: Eumolpinae (1.251), Cassidinae (167), Cryptocephalinae (133), Lamprosomatinae (47), Chrysomelinae (41), Bruchinae (32) e Criocerinae (19) (Tabela I).



**Tabela II.** Valores dos testes a posteriori para a variação de abundância de Coleoptera e Chrysomelidae, amostrados com armadilha Malaise em oito pontos do Estado do Paraná, de agosto/1986 a julho/1988 pelo PROFAUPAR. Valores de probabilidade em negrito são significativos pelo teste de Tukey a 5% de significância, indicando diferença entre os locais. ANT = Antonina; SJ = São José dos Pinhais; CO = Colombo; PG = Ponta Grossa; TB = Telêmaco Borba; GUA = Guarapuava; JU = Jundiaí do Sul; FE = Fênix.

COLEOPTERA								
	ANT	SJ	CO	PG	TB	GUA	JU	FE
ANT								
SJ	0,426764							
CO	0,450701	1,000000						
PG	0,641014	<b>0,002971</b>	<b>0,003418</b>					
TB	0,251663	0,999990	0,999978	<b>0,000891</b>				
GUA	<b>0,019799</b>	0,918122	0,905847	<b>0,000040</b>	0,981167			
JU	0,902274	<b>0,016992</b>	<b>0,019160</b>	0,999752	<b>0,005922</b>	<b>0,000130</b>		
FE	0,359104	1,000000	1,000000	<b>0,001951</b>	1,000000	<b>0,011818</b>	0,948043	
CHRYSOMELIDAE								
ANT								
SJ	0,424782							
CO	0,361084	1,000000						
PG	0,215775	<b>0,000177</b>	<b>0,000121</b>					
TB	<b>0,000055</b>	0,085385	0,110392	<b>0,000032</b>				
GUA	<b>0,000035</b>	<b>0,019728</b>	<b>0,026638</b>	<b>0,000032</b>	0,997850			
JU	0,999984	0,643847	0,575259	0,101778	<b>0,000147</b>	<b>0,000049</b>		
FE	<b>0,000033</b>	<b>0,011173</b>	<b>0,015514</b>	<b>0,000032</b>	0,995370	<b>0,000037</b>	1,000000	

Com exceção de Colombo e Guarapuava, onde Eumolpinae foi a subfamília mais abundante, nos demais locais Galerucinae foi dominante, com o maior número de exemplares coletados.

Ao longo dos dois anos foram coletadas 464 espécies, sendo 326 no primeiro ano e 345 no segundo. São José dos Pinhais foi o local mais rico, com 119 espécies. As demais localidades apresentaram os seguintes valores de riqueza: Ponta Grossa, 118 espécies, Jundiaí do Sul, 87, Colombo, 86, Antonina, 85, Telêmaco Borba, 83, Guarapuava, 67 e Fênix com 44 espécies (Tabela I).

Quanto às subfamílias, Galerucinae foi a mais rica, com 245 espécies, correspondendo a 52,7% das espécies coletadas. Desse percentual, 43,7% são espécies

de Alticini. As demais subfamílias apresentaram os seguintes números de espécies: Eumolpinae, 74; Cassidinae, 71; Cryptocephalinae, 39; Bruchinae, 12; Criocerinae e Chrysomelinae, nove e Lamprosomatinae, seis espécies.

A partir do cálculo do índice de diversidade de Shannon, Telêmaco Borba foi a localidade mais diversa, enquanto que Antonina foi a menos diversa. O índice de Uniformidade de Berger & Parker (UBP) indicou Jundiá do Sul como o local mais uniforme enquanto que em Antonina foi registrada a maior dominância (Tabela III).

**Tabela III.** Abundância (N), riqueza (S), índice de diversidade de Shannon (H'), dominância de Berger & Parker (BP), uniformidade de Berger & Parker (UBP) e proporção de Chrysomelidae em relação à Coleoptera. Dados de Chrysomelidae, amostrados com armadilha Malaise em oito pontos do Estado do Paraná, de agosto/1986 a julho/1988 pelo PROFAUPAR. ANT = Antonina; SJ = São José dos Pinhais; CO = Colombo; PG = Ponta Grossa; TB = Telêmaco Borba; GUA = Guarapuava; JU = Jundiá do Sul; FE = Fênix.

	N	S	H'	BP	UBP	Proporção
ANT	1.207	85	1,68	0,71	1,41	26,4%
SJ	1.205	119	3,39	0,18	5,55	24,9%
CO	787	86	2,91	0,22	4,54	23,1%
PG	2.502	118	2,92	0,26	3,85	28,0%
TB	357	83	3,51	0,19	5,26	10,4%
GUA	207	67	3,35	0,24	4,16	9,3%
JU	1.157	87	3,04	0,17	5,88	12,9%
FE	189	44	2,92	0,25	4,00	5,6%

Dentre as dez espécies mais abundantes, nove pertencem à tribo Alticini (Galerucinae) e uma à subfamília Eumolpinae. Estas espécies representaram 44,7% do total de Chrysomelidae coletado. São elas: *Margaridisa* sp. (922 exemplares), *Neothona prima* Bechyné, 1955 (699 exemplares), *Dinaltica gigia* Bechyné, 1956 (349 exemplares), *Diphaltica* sp. (219 exemplares), *Epitrix* sp.6 (215 exemplares), *Genaphthona yasmina* Bechyné, 1955 (214 exemplares), Eumolpinae sp.24 (202 exemplares), *Monoplatus ocularis* Bechyné, 1955 (199 exemplares), *Trichaltica micros* Bechyné, 1954 (194 exemplares) e *Syphraea* sp.4 (189 exemplares) (Anexo I). Entretanto, quando cada local foi analisado separadamente, somente as cinco espécies

mais abundantes de cada um deles foram responsáveis por mais de 42% do total coletado, chegando a 81,9% em Antonina.

Ao contrário do exposto acima, das 464 espécies registradas, 364 apresentaram menos de dez indivíduos o que representa 78,5% das espécies e somente 10,7% dos exemplares coletados. Dentre estas, mais da metade, 55,4%, apresentaram apenas um (*singleton*) ou dois (*doubleton*) exemplares (Tabela IV). Este percentual variou entre os locais, porém todos apresentaram mais de 50% das espécies formadas por *singletons* e *doubletons*, destacando-se Guarapuava onde este percentual atingiu 73,1% (61,2% de *singletons* e 11,9% de *doubletons*).

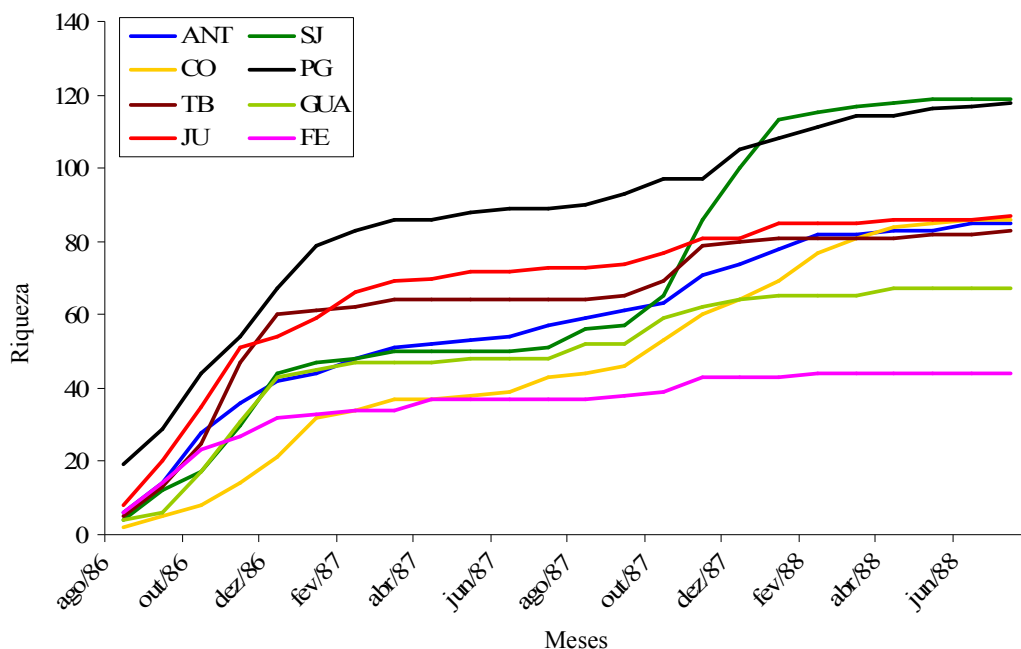
**Tabela IV.** Riqueza (S), número de *singletons* e *doubletons* e sua respectiva proporção. Dados de Chrysomelidae, amostrados com armadilha Malaise em oito pontos do Estado do Paraná, de agosto/1986 a julho/1988 pelo PROFAUPAR. ANT = Antonina; SJ = São José dos Pinhais; CO = Colombo; PG = Ponta Grossa; TB = Telêmaco Borba; GUA = Guarapuava; JU = Jundiá do Sul; FE = Fênix.

	<b>S</b>	<b><i>Singletons</i></b>	<b><i>Doubletons</i></b>	<b><i>Singletons + Doubletons</i></b>
<b>ANT</b>	85	38 (44,7%)	12 (14,1%)	50 (58,8%)
<b>SJ</b>	119	63 (52,9%)	11 (9,3%)	74 (62,2%)
<b>CO</b>	86	45 (52,3%)	9 (10,5%)	54 (62,8%)
<b>PG</b>	118	60 (50,8%)	8 (6,8%)	68 (57,6%)
<b>TB</b>	83	49 (59%)	10 (12,1%)	59 (71,1%)
<b>GUA</b>	67	41 (61,2%)	8 (11,9%)	49 (73,1%)
<b>JU</b>	87	39 (44,8%)	11 (12,6%)	50 (57,4%)
<b>FE</b>	44	20 (45,4%)	8 (18,2%)	28 (63,6%)
<b>Total</b>	464	194 (41,8%)	63 (13,6%)	257 (55,4%)

Ao observar as curvas de acumulação de espécies dos locais (Fig. 10) pode-se verificar que, de modo geral, há um grande número de espécies coletadas nos primeiros meses de amostragens mas que tende a se estabilizar no decorrer do período e, no início do segundo ano de coletas há um novo incremento de espécies, entretanto menor que o primeiro. Como exemplo, em Telêmaco Borba e Fênix, os cinco primeiros meses de coletas foram suficientes para serem coletados 72% do total de espécies registradas para estes locais. Ao contrário, São José dos Pinhais foi o local com maior número de espécies coletadas durante o segundo ano, 104 espécies, sendo que no primeiro ano



tinham sido coletadas 51 espécies. Este maior incremento de espécies no segundo ano ocorreu entre os meses de outubro e janeiro, período em que foram coletadas 47% das espécies.



**Fig. 10.** Curva de acumulação de espécies. Dados mensais de Chrysomelidae, amostrados com armadilha Malaise em oito pontos do Estado do Paraná, de agosto/1986 a julho/1988 pelo PROFAUPAR. ANT = Antonina; SJ = São José dos Pinhais; CO = Colombo; PG = Ponta Grossa; TB = Telêmaco Borba; GUA = Guarapuava; JU = Jundiá do Sul; FE = Fênix.

A partir dos estimadores de riqueza, foi possível verificar que as espécies capturadas representaram entre 34,6% e 58,7% dos maiores valores estimados, com Fênix apresentando o maior percentual e Telêmaco Borba o menor. Considerando-se os menores valores estimados, entre 79,8% e 95,9% das espécies foram coletadas, com Ponta Grossa apresentando o maior percentual de espécies já capturada, e novamente, Telêmaco Borba, o menor (Tabela V).

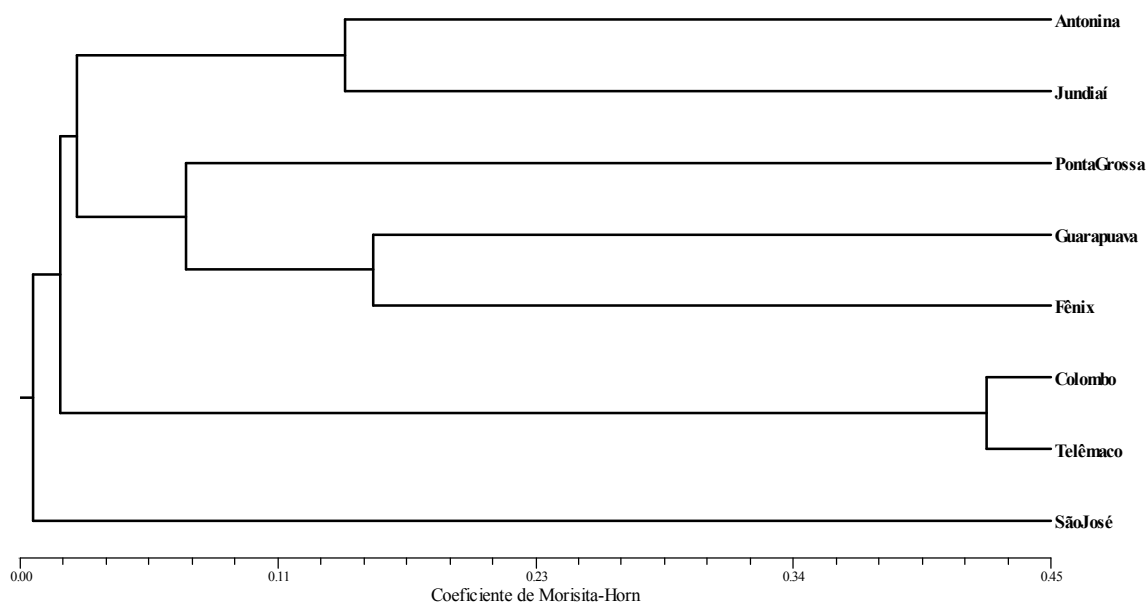
**Tabela V.** Valores estimados da riqueza de Chrysomelidae, amostrados com armadilha Malaise em oito pontos do Estado do Paraná, de agosto/1986 a julho/1988 pelo PROFAUPAR. ANT = Antonina; SJ = São José dos Pinhais; CO = Colombo; PG = Ponta Grossa; TB = Telêmaco Borba; GUA = Guarapuava; JU = Jundiá do Sul; FE = Fênix.

	S	Chao <sub>1</sub>	Chao <sub>2</sub>	Jack-Knife <sub>1</sub>	Jack-Knife <sub>2</sub>	Bootstrap	Michaelis-Menten
ANT	85	139,07 ± 24,03	146,15 ± 27,21	123,62 ± 62	151,19 ± 2,04	101,31 ± 0,76	109,77
SJ	119	281,75 ± 62,41	220,80 ± 35,87	181,39 ± 11,02	225,70 ± 2,73	144,83 ± 1,21	143,16
CO	86	207,11 ± 52,91	211,12 ± 54,38	134,53 ± 7,30	173,84 ± 2,68	106,17 ± 1,01	109,86
PG	118	314,66 ± 81,48	277,36 ± 63,08	177,42 ± 11,14	226,55 ± 2,99	141,66 ± 1,19	123,21
TB	83	189,90 ± 44,76	240,47 ± 66,91	136,48 ± 13,42	181,67 ± 2,94	104,13 ± 1,30	123,11
GUA	67	158,11 ± 41,72	134,67 ± 29,59	107,60 ± 7,50	137,13 ± 2,12	83,77 ± 0,92	120,86
JU	87	148,75 ± 27,46	157,22 ± 31,36	126,61 ± 8,24	156,13 ± 3,03	103,53 ± 1,29	94,90
FE	44	65,11 ± 12,61	75,32 ± 17,8	66,77 ± 4,86	82,53 ± 1,55	53,68 ± 0,59	65,69

### Diversidade Beta

A partir dos resultados obtidos pelo do Coeficiente de Morisita-Horn, foi possível verificar que Colombo e Telêmaco Borba foram os locais que apresentaram a estrutura de comunidade mais semelhante, enquanto que São José dos Pinhais foi a mais diferenciada de todas (Fig. 11). Quando retiradas da análise as espécies que apresentavam menos de dez exemplares capturados o resultado se manteve.

Das 464 espécies registradas, nenhuma delas foi coletada em todos os locais; por outro lado, 325 foram exclusivas, ou seja, coletadas em somente um dos locais, o que corresponde a 70% das espécies. São José dos Pinhais apresentou o maior número de espécies exclusivas (75 espécies), constituindo 63% das espécies coletadas neste local, enquanto que em Ponta Grossa foi registrado o menor número, 39 espécies exclusivas, representando 33% (Tabela VI). Os demais locais apresentaram os seguintes números de espécies exclusivas: Antonina, 39 espécies; Colombo e Telêmaco Borba, 35; Guarapuava, 31; Jundiá do Sul, 48 e Fênix, 23 espécies. O número de espécies compartilhadas entre os locais variou de 2 a 29, representando de 1,2% a 16,6% do total de espécies coletadas entre cada par de locais (Tabela VI).



**Fig. 11.** Análise de agrupamento. Coeficiente de Morisita-Horn ( $cc = 0,97$ ). Dados de abundância das espécies de Chrysomelidae, amostradas com armadilha Malaise em oito pontos do Estado do Paraná, de agosto/1986 a julho/1988 pelo PROFAUPAR.

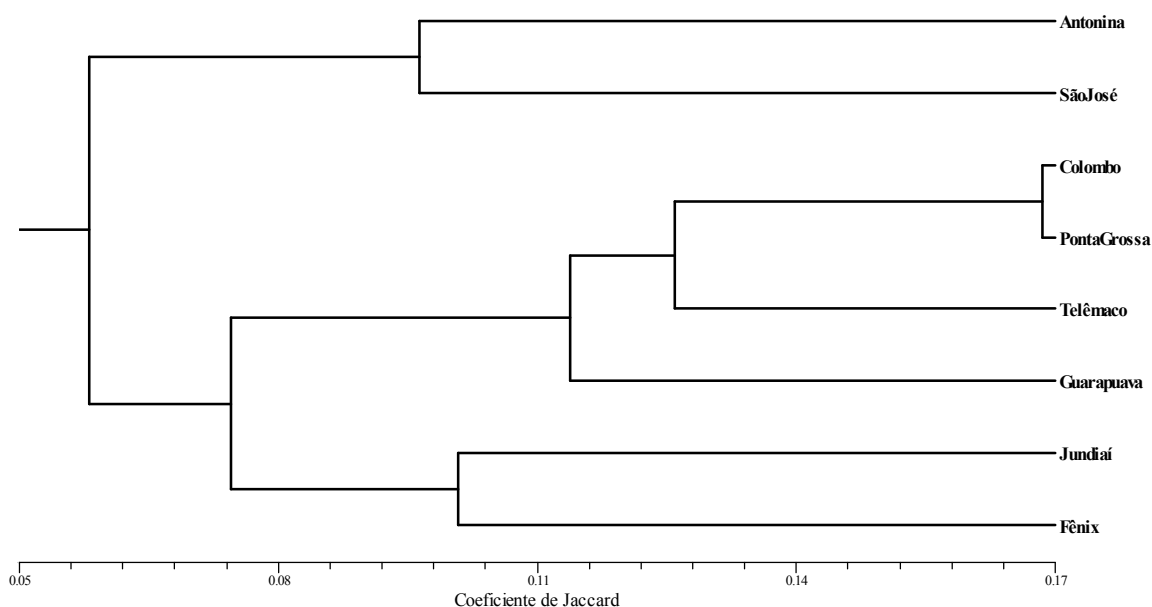
**Tabela VI.** Número de espécies de Chrysomelidae compartilhadas entre os pares de locais, amostrados com armadilha Malaise, em oito pontos do Estado do Paraná de agosto/1986 a julho/1988 pelo PROFAUPAR. ANT = Antonina; SJ = São José dos Pinhais; CO = Colombo; PG = Ponta Grossa; TB = Telêmaco Borba; GUA = Guarapuava; JU = Jundiá do Sul; FE = Fênix.

	ANT	SJ	CO	PG	TB	GUA	JU	FE
ANT	39							
SJ	18	75						
CO	17	14	35					
PG	17	23	29	39				
TB	8	7	18	24	35			
GUA	3	7	10	26	15	31		
JU	13	4	14	20	10	13	48	
FE	6	2	4	11	7	8	12	23

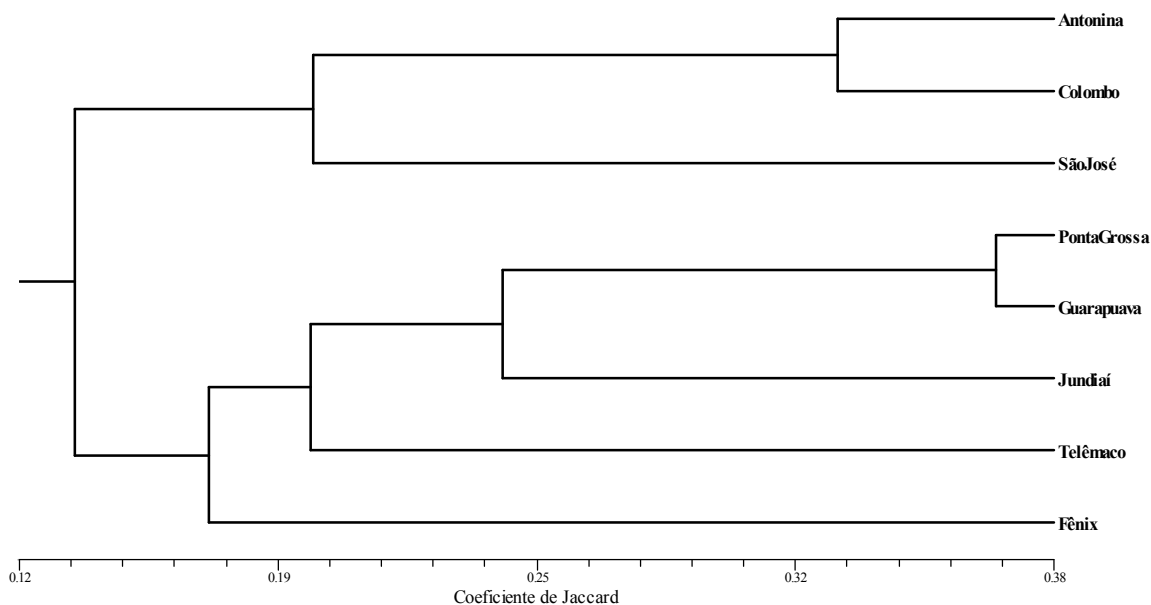
Os valores de similaridade obtidos a partir do Coeficiente de Jaccard foram baixos. Dentre os locais, Colombo e Ponta Grossa foram os mais similares; a eles une-se

Telêmaco Borba e em seguida Guarapuava formando um agrupamento ao qual se une o grupo formado por Jundiá do Sul e Fênix e finalmente o grupo formado por Antonina e São José dos Pinhais (Fig. 12). Tais agrupamentos refletem o tipo vegetacional dos locais, ou seja, o agrupamento central formado por Ponta Grossa, Colombo, Telêmaco Borba e Guarapuava estão inseridos nos domínios da Floresta Ombrófila Mista. Já Antonina e São José dos Pinhais inserem-se na Floresta Ombrófila Densa, enquanto Jundiá do Sul e Fênix estão nos domínios da Floresta Estacional Semidecidual.

Ao serem retiradas as espécies com abundância inferior a dez exemplares, o resultado se modificou. Ponta Grossa mostrou-se mais similar a Guarapuava. A este grupo unem-se Jundiá do Sul, Telêmaco Borba e Fênix formando um agrupamento. O outro grupo é formado por Antonina, Colombo e São José dos Pinhais (Fig. 13).



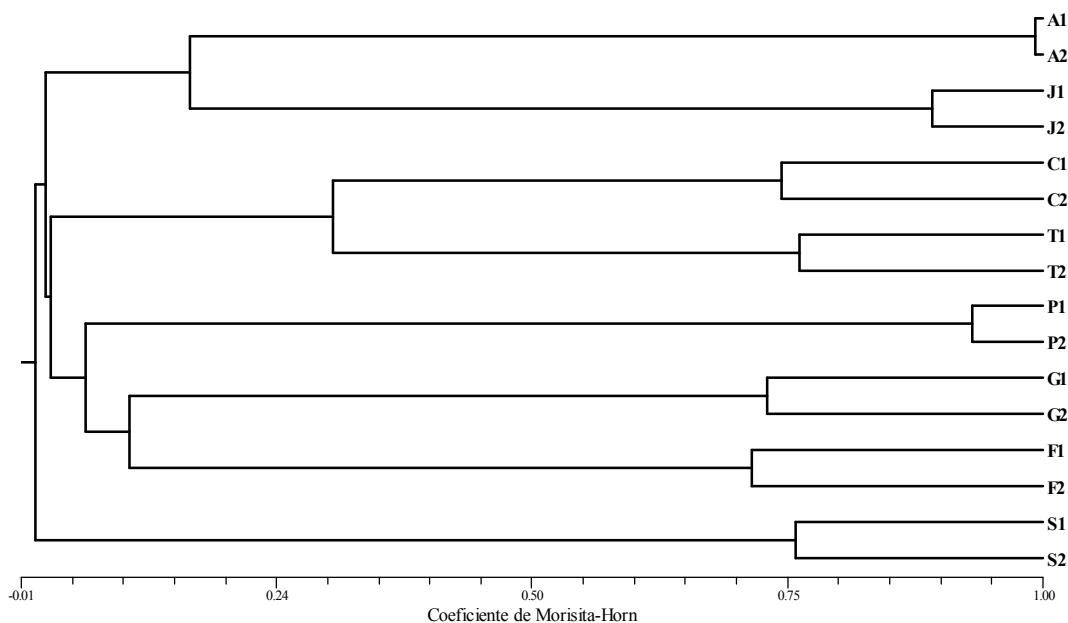
**Fig. 12.** Análise de agrupamento. Coeficiente de Jaccard ( $cc = 0,71$ ). Dados de presença/ausência das espécies de Chrysomelidae, amostradas com armadilha Malaise, em oito pontos do Estado do Paraná, de agosto/1986 a julho/1988 pelo PROFAUPAR.



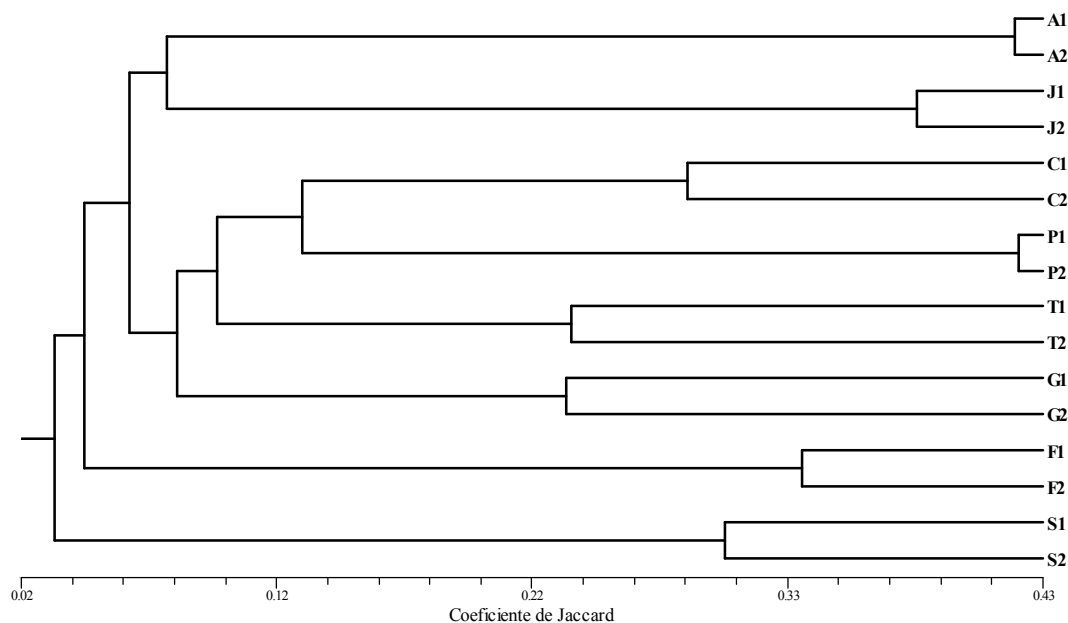
**Fig. 13.** Análise de agrupamento. Coeficiente de Jaccard ( $cc = 0,67$ ). Dados de presença/ausência somente das espécies de Chrysomelidae com  $N \geq 10$  exemplares, amostradas com Malaise em oito pontos, de agosto/1986 a julho/1988 pelo PROFAUPAR.

Na análise temporal da estrutura de comunidade os valores de similaridade foram altos entre os anos, para cada um dos locais. Antonina apresentou a estrutura de comunidade mais similar entre os anos (Coeficiente de Morisita-Horn = 0,99), enquanto Fênix foi a menos similar (Coeficiente de Morisita-Horn = 0,71) (Fig. 14).

Quanto à composição de espécies, Ponta Grossa e Antonina apresentaram os maiores valores de similaridade entre os anos, ou seja, foi onde houve o maior número de espécies compartilhadas. Ao contrário, Telêmaco Borba e Guarapuava foram os locais menos similares (Fig. 15).



**Fig. 14.** Análise de agrupamento. Coeficiente de Morisita-Horn ( $cc = 0,98$ ). Dados de abundância das espécies de Chrysomelidae, amostradas com armadilha Malaise em oito pontos do Estado do Paraná, de agosto/1986 a julho/1988 pelo PROFAUPAR. A = Antonina; S = São José dos Pinhais; C = Colombo; P = Ponta Grossa; T = Telêmaco Borba; G = Guarapuava; J = Jundiá do Sul; F = Fênix. Os números após as letras representam o ano de amostragem (primeiro ou segundo ano).



**Fig. 15.** Análise de agrupamento. Coeficiente de Jaccard ( $cc = 0,93$ ). Dados de presença/ausência das espécies de Chrysomelidae, amostradas com armadilha Malaise em oito pontos do Estado do Paraná, de agosto/1986 a julho/1988 pelo PROFAUPAR. A = Antonina; S = São José dos Pinhais; C = Colombo; P = Ponta Grossa; T = Telêmaco Borba; G = Guarapuava; J = Jundiá do Sul; F = Fênix. Os números após as letras representam o ano de amostragem (primeiro ou segundo ano).

### Ponta Grossa: PROFAUPAR X PROVIVE

Buscando verificar como a fauna de Chrysomelidae se comporta ao longo do tempo, também foi analisada a localidade de Ponta Grossa em dois períodos distintos, com intervalo de 13 anos. O primeiro refere-se à localidade de Ponta Grossa do Projeto PROFAUPAR e o segundo, refere-se a área Fase 2 do Projeto Vila Velha – PROVIVE, de modo que as comparações feitas a seguir se referem apenas a estes dois pontos de coleta.

No total foram obtidos nos dois levantamentos 14.506 exemplares de Coleoptera dos quais 3.512 são crisomelídeos. Tanto Coleoptera como Chrysomelidae tiveram uma queda no número de exemplares coletados do primeiro para o segundo período de amostragens (Tabela VII). Além disso, houve uma diminuição na proporção Chrysomelidae/Coleoptera de 27,96 para 18,17.

Quanto ao número de espécies, nos dois levantamentos foram coletadas 165 espécies, das quais 79 foram exclusivas do PROFAUPAR, 45 do PROVIVE e 41 comuns aos dois projetos. Verifica-se também que o número de espécies de crisomelídeos diminuiu do primeiro para o segundo período de amostragens de 118 para 86 (Tabela VII).

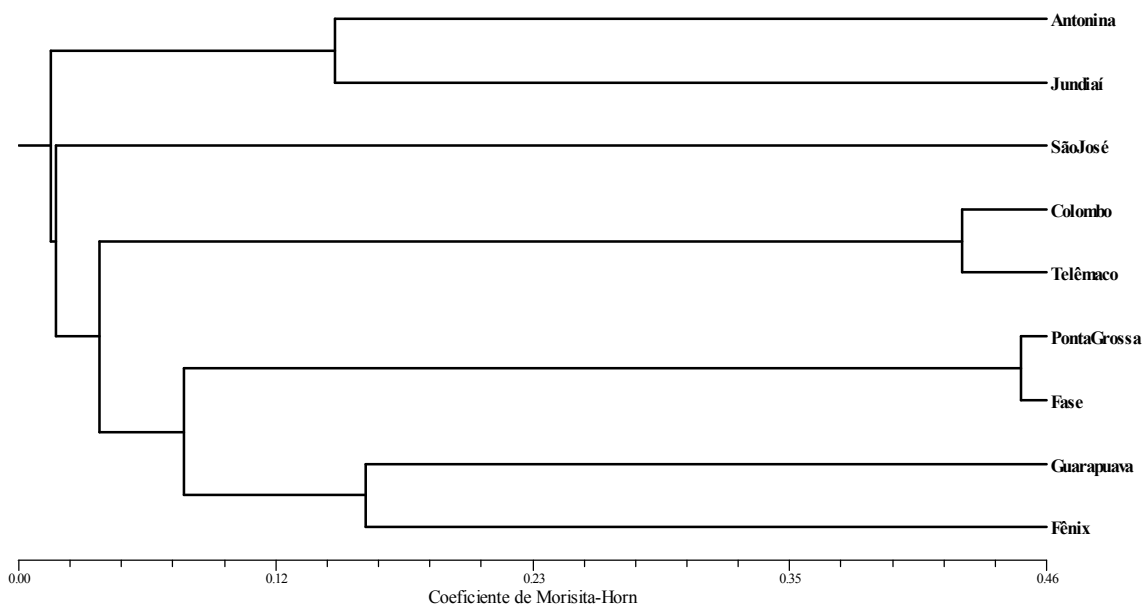
**Tabela VII.** Abundância (N) e riqueza (S) de Coleoptera e Chrysomelidae amostrados com armadilha Malaise em Ponta Grossa, durante os períodos de agosto/1986 a julho/1988 (projeto PROFAUPAR) e setembro/1999 a agosto/2001 (projeto PROVIVE).

	Coleoptera	Chrysomelidae		Coleoptera/ Chrysomelidae
	N	N	S	Proporção
<b>PROFAUPAR</b>	8.948	2.502	118	27,96
<b>PROVIVE</b>	5.558	1.010	86	18,17
<b>Total</b>	14.506	3.512	165	24,21

Outra diferença registrada em Ponta Grossa foi a mudança das espécies dominantes em cada período. No PROFAUPAR as três espécies dominantes foram *Neothona prima*, *Dinaltica gigia* e *Genaphthona yasmina*, enquanto que no PROVIVE foram *D. gigia*, *Phyllotrupes violaceomaculatus* (Bechyné, 1958) e Lamprosomatinae sp.1. Em ambos os casos as três espécies dominantes representaram aproximadamente

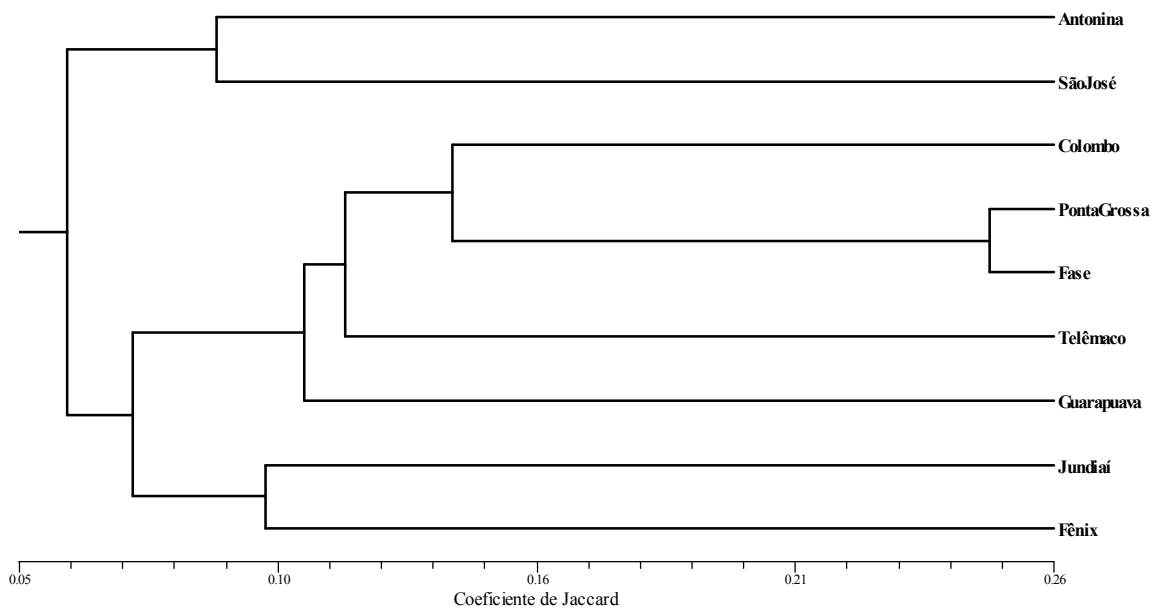
49% do total coletado. *Neothona prima*, a espécie mais abundante em Ponta Grossa no PROFAUPAR apresentou apenas oito exemplares no PROVIVE e *G. yasmina* sequer foi registrada. *Dinaltica gigia* se tornou a espécie dominante no PROVIVE, *P. violaceomaculatus* que ocupava a décima posição entre as espécies mais coletadas no PROFAUPAR, foi a segunda espécie mais coletada pelo PROVIVE, enquanto que somente um exemplar de Lamprosomatinae sp.1 foi coletado no PROFAUPAR.

Quando a área do PROVIVE (Fase 2) foi inserida nas análises de similaridade, tanto na estrutura de comunidade como na composição da fauna esta se mostrou mais similar a Ponta Grossa. Na estrutura de comunidade, os grupos formados nas análises anteriores (sem PROVIVE) foram mantidos, mas o relacionamento entre eles sofreu alteração com a inversão da posição do grupo Antonina + Jundiá do Sul com Colombo + Telêmaco Borba (Fig. 16). Já na análise da composição da fauna, todos os relacionamentos entre os locais foram mantidos (Fig. 17), sendo a maior similaridade observada entre Ponta Grossa e Fase 2.



**Fig. 16.** Análise de agrupamento. Coeficiente de Morisita-Horn ( $cc = 0,97$ ). Dados de abundância das espécies de Chrysomelidae, amostradas com armadilha Malaise em oito pontos do Estado do Paraná, de agosto/1986 a julho/1988 pelo PROFAUPAR, incluindo Ponta Grossa do PROVIVE (Fase 2).





**Fig. 17.** Análise de agrupamento. Coeficiente de Jaccard ( $cc = 0,80$ ). Dados de presença/ausência das espécies de Chrysomelidae amostradas com armadilha Malaise em oito pontos do Estado do Paraná, de agosto/1986 a julho/1988 pelo PROFAUPAR, incluindo Ponta Grossa do PROVIVE (Fase 2).

## DISCUSSÃO

### Eficiência da Armadilha

Vários trabalhos que buscam reconhecer a fauna de Coleoptera em diversos ambientes têm sido realizados utilizando a armadilha Malaise (Hutcheson 1990; Marinoni & Dutra 1993; Dutra & Miyazaki 1994; Iannuzzi *et al.* 2003; Maia *et al.* 2003; Ganho & Marinoni 2003, 2005, 2006; Sackmann 2006; Linzmeier *et al.* 2006; Lacerda *et al.* 2007). Para Chrysomelidae, esta armadilha tem se mostrado bastante eficiente, tanto pelo número de exemplares quanto pelo número de espécies capturadas (Marinoni & Dutra 1993, 1997; Ganho & Marinoni 2003, 2005; Linzmeier *et al.* 2006). No trabalho de Marinoni & Dutra (1993), realizado com os dados do primeiro ano de amostragens do PROFAUPAR, foi possível verificar que 2,6% do total de insetos capturados pela armadilha Malaise e 14,8% dos coletados pela luminosa pertencem a Coleoptera. Apesar do maior número de coleópteros coletados pela luminosa, quando se verifica a representatividade de Chrysomelidae, observa-se que apenas 1,7% dos besouros coletados pela armadilha luminosa pertencem à esta família, enquanto que 17,7% dos coletados pela Malaise são crisomelídeos.

Uma das principais razões da grande eficiência desta armadilha na captura de Chrysomelidae está relacionada ao hábito do grupo, já que muitas espécies estão associadas a plantas arbustivas as quais são geralmente de baixo porte, atingindo no máximo 2 m de altura. Assim, várias espécies que ocupam este estrato da vegetação voam baixo, propiciando sua captura pela armadilha Malaise. Neste sentido, pode-se dizer que esta armadilha é seletiva para os insetos que possuem vôo baixo. Além disso, a Malaise tem capturado espécies de Chrysomelidae muitas vezes difíceis de serem obtidas durante coletas ativas, talvez por estas apresentarem hábito noturno, serem inconspícuas ou localizarem-se em nichos peculiares.

### Diversidade Alfa

As maiores abundâncias de Coleoptera, registradas em Jundiá do Sul e Ponta Grossa, diferiram significativamente daquelas dos demais locais, com exceção de Antonina. Entretanto, o número de crisomelídeos coletados foi consideravelmente diferente, com Jundiá do Sul apresentando menos da metade do total coletado em Ponta Grossa. Estes locais, segundo Hatschbach, possuíam bom poder de recuperação, com Jundiá do Sul tendo "...boa parte da floresta ainda primitiva e, nas suas porções

restantes, com mais de 45 anos de preservação” (Marinoni & Dutra 1993). Ao analisar a proporção de coleópteros não-fitófagos em relação aos fitófagos, com base no material do primeiro ano de amostragens, Marinoni & Dutra (1997) verificaram que Jundiá do Sul foi um dos locais onde houve dominância de famílias não-fitófagas, com destaque para Staphylinidae, indicando a melhor condição de preservação dentre todos os locais. Já, Ponta Grossa demonstrou dominância de famílias fitófagas, dentre as quais Chrysomelidae se destacou, estando numa condição inferior de preservação. O outro local onde houve dominância de não-fitófagos foi Telêmaco Borba, mas neste caso, os autores sugeriram que isso poderia ter sido causado pela migração de indivíduos da subfamília Scolytinae (Curculionidae), que foi a mais coletada, já que o local é circundado por plantações de Pinus.

Assim, onde predominam plantas herbáceas e arbustivas (estágios iniciais de sucessão) há dominância de coleópteros herbívoros e em ambientes em que espécies vegetais são de maior porte, propiciando um ambiente úmido, menos iluminado e com solo rico em materiais em decomposição (estágios avançados de sucessão), predominam coleópteros detritívoros e fungívoros como Staphylinidae, por exemplo (Morris 1980; Hutcheson 1990; Marinoni & Dutra 1997; Ganho & Marinoni 2005; Linzmeier *et al.* 2006). Dessa forma, e seguindo o trabalho de Linzmeier *et al.* (2006), como em Fênix, Guarapuava, Telêmaco Borba e Jundiá do Sul, ocorreram as menores proporções de Chrysomelidae, pode-se sugerir que estes locais se encontram em um estágio mais avançado de sucessão.

Ao contrário, Ponta Grossa, junto com Antonina, São José dos Pinhais e Colombo, foram os locais que tiveram as maiores proporções de crisomelídeos coletados e também estão entre as localidades mais ricas, com destaque para São José dos Pinhais que apresentou a maior riqueza. Destes, Antonina e Ponta Grossa são os que exibem boas condições de recuperação, São José dos Pinhais tem problemas de regeneração devido à proliferação de *Merostachis multiramea* (taquara) e Colombo se apresentava em pior estado de conservação, segundo Hatschbach. Assim, para a maioria dos locais, as informações sobre as proporções de Chrysomelidae concordam com as indicações feitas por Hatschbach sobre o estado de conservação. Porém, para maiores esclarecimentos, principalmente com relação à Telêmaco Borba, onde provavelmente houve interferência das plantações de Pinus, seria mais apropriado conhecer as abundâncias das demais famílias de Coleoptera, permitindo então verificar a proporção de fitófagos e não-fitófagos.

Chrysomelidae é um grupo coletado principalmente em áreas em estágios iniciais a intermediários de regeneração, onde existe um grande número de espécies arbustivas, que é a principal fonte de recursos alimentares (Linzmeier *et al.* 2006; Linzmeier & Ribeiro-Costa 2008a). Em áreas em estágios iniciais de sucessão as plantas possuem poucas defesas e uma baixa proporção de carbono e nitrogênio nos tecidos, sendo assim mais nutritivas (Tilman 1990). Dessa forma, nos locais que estão em estágios iniciais de regeneração, provavelmente há maior disponibilidade de folhas novas, tenras e nutritivas, se comparados a estágios mais avançados de sucessão, onde as plantas possuem mais defesas secundárias e qualidade inferior. Para Guarapuava e Fênix, que também foram indicadas por Hatschbach como tendo boa capacidade de regeneração, é possível que fatores abióticos tenham maior influência na abundância e na riqueza de Chrysomelidae que a disponibilidade de recursos alimentares, já que os insetos fitófagos são particularmente dependentes da estrutura física e composição florística dos seus habitats (Brown 1997).

A composição de espécies de besouros fitófagos pode variar consideravelmente entre locais (Basset 1992). Esta variação pode ser explicada por diferenças na disponibilidade de recursos ou outros fatores como abundância, distribuição e riqueza de plantas hospedeiras, arquitetura e composição químicas das plantas, competição com outras espécies, além dos vários fatores abióticos.

Outros grupos estudados, que também possuem hábito herbívoro, porém em seu estágio larval, foram os lepidópteros das famílias Saturniidae e Sphingidae, os quais também foram mais abundantes e ricos em São José dos Pinhais (Marinoni *et al.* 1997, 1999). Porém, para Ctenuchidae (Lepidoptera), os maiores valores de riqueza e abundância ocorreram em Antonina (Marinoni & Dutra 1996).

Azevedo *et al.* (2006) ao analisarem a fauna de Bethylidae (Hymenoptera), grupo ectoparasita de larvas de lepidópteros e, principalmente de coleópteros que vivem em ambientes crípticos, encontraram a maior abundância e a maior riqueza de gêneros em Jundiá do Sul, seguido de Ponta Grossa. Nota-se aqui que parece haver uma ligação entre parasita e hospedeiro, já que nestes mesmos dois locais foram registradas as maiores abundâncias de Coleoptera.

Dentre as subfamílias de Chrysomelidae, Galerucinae foi a mais abundante e também a mais rica. Este grupo é reconhecidamente o possuidor do maior número de espécies e, dentro dele, Alticini se destaca por sua grande riqueza. A elevada abundância de Alticini tem sido registrada em trabalhos realizados com diversas

metodologias em diferentes regiões (Farrell & Erwin 1988; Takizawa 1994; Wagner 1999; Novotný *et al.* 1999; Ganho & Marinoni 2003; Linzmeier *et al.* 2006). No entanto, ainda há alguma controvérsia a respeito do status taxonômico desta tribo em relação a Galerucinae.

Alticini é um grupo muito diverso e para o Brasil são registrados aproximadamente 126 gêneros (Scherer 1983). Apesar de sua grande diversidade, há pouca informação na literatura sobre a biologia das espécies, principalmente daquelas sem importância econômica aparente, como também faltam estudos taxonômicos e cladísticos, não apenas para este grupo, mas para Chrysomelidae de um modo geral.

Dentre os grupos de Chrysomelidae, Alticini é considerado o mais especializado e bem adaptado às suas plantas hospedeiras, consumindo principalmente espécies das famílias Solanaceae, Brassicaceae, Resedaceae, Capparidaceae, Verbenaceae, Lamiaceae e Asteraceae (Jolivet 1988). Infelizmente, uma desvantagem do uso da Malaise é o de não permitir o reconhecimento das plantas hospedeiras, o que impede a obtenção de respostas mais precisas aos padrões encontrados.

### **Índices de Diversidade e Dominância**

Telêmaco Borba foi o local que apresentou o maior índice de diversidade de Shannon. Entretanto, este não foi o local com o maior número de espécies, mas sim São José dos Pinhais, para o qual foi registrado o segundo maior valor de diversidade. Para as três famílias de Lepidoptera coletadas neste projeto, os resultados foram muito diversos. Ctenuchidae, ao contrário de Chrysomelidae, apresentou o menor índice de diversidade em Telêmaco Borba e o maior em Fênix (Marinoni & Dutra 1996), Saturniidae o menor valor em Fênix e o maior em Ponta Grossa (Marinoni *et al.* 1997) e Sphingidae o menor valor em Guarapuava e o maior em São José dos Pinhais (Marinoni *et al.* 1999).

Para Jost (2006) o índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ), que é um dos índices mais úteis, é uma medida de entropia que indica incerteza em vez do número de espécies que ocorrem na comunidade e, por isso, segundo ele é mais informativo comparar a riqueza de cada local. Seguindo Jost (2006), pode-se concluir então que São José dos Pinhais e Ponta Grossa foram os locais mais diversos. Para Sphingidae e Saturniidae o maior número de espécies também foi registrado em São José dos Pinhais (Marinoni *et al.* 1997, 1999).

O valor elevado de dominância em Antonina foi causado por *Margaridisa* sp., responsável por 70,7% do total coletado nesta área, a qual pode ter sido dominante em decorrência da existência de grande disponibilidade de alimento.

*Margaridisa* Bechyné, 1958 possui cerca de 15 espécies neotropicais, com apenas uma ocorrendo na América do Norte (Riley *et al.* 2002). Poucas informações existem sobre este gênero, as quais se restringem principalmente às descrições das espécies. Entretanto, para *M. atriventris* (Melsheimer, 1847) sabe-se que se alimenta de duas espécies de Euphorbiaceae e suas larvas são rizófagas (Riley *et al.* 2002).

Até o momento não foi possível obter sua identificação ao nível específico, já que as descrições são muito sucintas e antigas e, além disso, a falta de mais informações na literatura sobre este gênero impede a confirmação de que os padrões encontrados estão ou não diretamente ligados à abundância do recurso.

### ***Singletons e Doubletons***

Chrysomelidae apresentou o padrão de distribuição da abundância log normal, em que poucas espécies são muito abundantes enquanto que a maioria apresenta poucos exemplares, o qual vem sendo registrado para os mais variados grupos (Barbosa *et al.* 2002; Santos *et al.* 2003; Linzmeier *et al.* 2006). Somente as dez espécies mais abundantes foram responsáveis por cerca de 45% do total coletado.

Ao contrário, 55,4% das espécies foram representadas por *singletons* e *doubletons*, sendo que destes 41,8% são *singletons*. Este grande número de espécies raras foi registrado em todos os locais, com Guarapuava se destacando por apresentar o maior percentual.

Altos percentuais de espécies com apenas um indivíduo capturadas em inventários, têm sido recorrentes na literatura. Morse *et al.* (1988), ao estudar os artrópodos coletados por meio de fogging em Borneo, verificaram que 58% das espécies foram representadas por um indivíduo. Santos *et al.* (2003), avaliaram a fauna de artrópodos associados à copa de uma espécie de palmeira no Pantanal e constataram que 41,7% das espécies eram *singletons* e que das 34 espécies de Chrysomelidae coletadas, 73,5% possuíam apenas um exemplar. Linzmeier *et al.* (2006), analisara a composição de Alticini (Chrysomelidae) em cinco áreas com diferentes características florísticas, verificaram que 30,23% das espécies eram representadas por *singletons*. Vários outros autores também têm registrado valores similares a estes (Novotný & Basset 2000; Ødegaard 2004).

Para as famílias de Lepidoptera coletadas neste mesmo projeto, porém com armadilha luminosa, os percentuais foram inferiores, com Sphingidae, Ctenuchidae e Saturniidae apresentando 38,2%, 34,7% e 26,4% de *singletons* mais *doubletons*, respectivamente (Marinoni & Dutra 1996, Marinoni *et al.* 1997, 1999). E, mesmo em uma floresta de restinga no Rio Grande do Sul, foi encontrado valor similar para lepidópteros, 36,5% (Marchiori & Romanowski 2006).

Alguns autores têm mencionado, em diferentes tipos de estudos que tratam de comunidades de insetos fitófagos, que o elevado número de espécies raras e *singletons* estaria ligado ao tamanho amostral (Novotný & Basset 2000; Ødegaard 2004, 2006). Segundo Novotný & Basset (2000), um número insuficiente de coletas, tanto sazonalmente como espacialmente, pode resultar em numerosas espécies aparentemente raras. Isso porque, ao se realizar amostragens pontuais, as espécies poderiam estar sendo coletadas marginalmente, tanto por não estarem em sua melhor época de ocorrência como também por se encontrarem fora de seu habitat ou planta hospedeira preferenciais.

Neste trabalho, o esforço amostral foi significativo, pelo menos temporalmente, mas mesmo assim, um grande número de espécies raras foi registrado, sugerindo uma dominância de espécies com poucos indivíduos nas comunidades de Chrysomelidae, assim como o observado para outros grupos de insetos.

### **Curva de Acumulação e Estimadores**

Quanto à acumulação de espécies, pode-se verificar que as curvas foram diferenciadas nos locais, mas que de modo geral, houve dois períodos onde o incremento de espécies foi maior. Estes períodos coincidem com o ciclo sazonal dos crisomelídeos, ou seja, um maior número de espécies foi registrado durante os meses em que os crisomelídeos estão mais ativos, geralmente de setembro a janeiro na primavera e verão, período em que há maior disponibilidade de folhas jovens, mais nutritivas (Linzmeier & Ribeiro-Costa 2008a). Excetuando-se Fênix, com a continuidade das amostragens nos diferentes locais, haveria um acréscimo no número de espécies coletadas; em São José dos Pinhais e Colombo o incremento de espécies seria ainda maior já que, a cada ciclo sazonal um elevado número de novas espécies foi coletado se comparado aos demais locais.

O emprego de várias metodologias de coleta pode contribuir para a melhoria do conhecimento da diversidade em diferentes ambientes, já que cada método é capaz de amostrar um conjunto adicional de espécies (Ødegaard 2004; Basset *et al.* 1997;

Longino *et al.* 2002). Mesmo assim, dificilmente a diversidade local será totalmente coletada (Hulcr *et al.* 2008), de modo que a utilização dos estimadores de espécies se torna uma ferramenta importante para o conhecimento da possível riqueza ainda existente em um determinado local.

Os valores obtidos pelos diferentes estimadores confirmam que existem ainda entre 65,4% e 41,3% de espécies não capturadas (pelas maiores estimativas) dependendo do ponto de coleta, de modo que para se ter uma estimativa mais segura da diversidade  $\alpha$ , um maior número de coletas deveriam ser feitas. Dentre os locais, a riqueza observada em Fênix foi mais próxima da estimada.

### **Diversidade Beta**

A maior similaridade entre as estruturas de comunidade de Colombo e Telêmaco Borba, observadas também quando foram retiradas as espécies com abundância inferior a dez indivíduos se deve ao fato de que o coeficiente de Morisita-Horn avalia a proporcionalidade das espécies, de modo que as espécies mais abundantes possuem maior peso na análise. Resultado semelhante foi obtido por Linzmeier & Ribeiro-Costa (no Prelo) que, ao estudarem a estrutura de comunidade de Alticini em áreas com diferentes características florísticas, verificaram que a área que possuía uma espécie altamente dominante apresentou a maior similaridade entre os anos.

A composição faunística de Chrysomelidae entre os locais apresentou baixos valores de similaridade, devido ao alto número de espécies exclusivas de cada local.

Dentre os locais, Ponta Grossa se destacou com a menor proporção de espécies exclusivas e o maior número de espécies compartilhadas com os demais locais.

Linzmeier & Ribeiro-Costa (no Prelo) também verificaram baixos valores de similaridade, porém um pouco superiores aos registrados neste trabalho. Mesmo as áreas estudadas sendo próximas, não distando mais que 1.200 m, as autoras constataram que os maiores valores de similaridade ocorreram nas áreas floristicamente mais similares, as quais não eram as mais próximas. Outros grupos analisados nestas mesmas áreas foram Coleoptera (Marinoni & Ganho 2006) e Syrphidae (Diptera) (Jorge *et al.* 2007), cujos autores também encontraram altos percentuais de espécies exclusivas, indicando uma alta diversidade beta.

Embora os valores de similaridade tenham sido baixos, os agrupamentos formados coincidem com o tipo vegetacional geral de cada uma das localidades. Ponta



Grossa, Guarapuava, Telêmaco Borba e Colombo, que formam o agrupamento central, estão inseridas no domínio da Floresta Ombrófila Mista ou Floresta com Araucária. Jundiá do Sul e Fênix, que formam o outro agrupamento, estão nos domínios da Floresta Estacional Semidecidual. E, por fim, Antonina e São José dos Pinhais estão inseridos na Floresta Ombrófila Densa.

De modo geral, utilizando os dados climatológicos e também os diferentes sistemas de classificação (Köppen, Maack, Veloso & Góes e Holdridge), Marinoni & Dutra (1993) verificaram que Jundiá e Fênix são os locais mais assemelhados quanto às características climatológicas, estando enquadrados nas mesmas categorias dos vários sistemas de classificação, sendo os que mais se diferenciam dos outros locais. Já Ponta Grossa, Colombo, Telêmaco Borba e Guarapuava não apresentaram um padrão nos sistemas de classificação, mas em todos eles a *Araucaria* encontra condições propícias para seu desenvolvimento de modo que os baixos valores de temperatura fazem com que esses locais sejam mais assemelhados. São José dos Pinhais apresenta características próprias, mas segundo Hatschbach possui mata de transição entre flora pluvial e a flora subtropical de *Araucaria* dos planaltos de altitude e, Antonina foi o local mais distinto, tanto floristicamente como climatologicamente.

Dessa forma, fatores abióticos como temperatura, umidade, pluviosidade e tipo de solo, bem como fatores históricos, têm grande influência na fauna de Chrysomelidae, já que determinam o tipo de vegetação presente em cada local, cujas espécies consistem no principal recurso alimentar destes besouros.

Apesar das localidades amostradas apresentarem diferentes condições de conservação, o tipo florestal parece estar influenciando mais na relação entre as áreas, com base na ocorrência das espécies, que o nível de conservação dos locais.

Reanalizando os dados de três famílias de Lepidoptera (Ctenuchidae, Sphingidae e Saturniidae), foi verificado que os relacionamentos formados entre os locais, com base na composição de espécies, foi diferente para cada uma das famílias, diferindo também do encontrado para Chrysomelidae, porém, com alguns agrupamentos se mantendo. Entretanto, quando estes dados foram analisados em conjunto, ou seja, reunindo as três famílias em uma única matriz, o padrão encontrado foi o mesmo obtido para Chrysomelidae. Assim, quanto à composição de espécies de Lepidoptera, a relação entre os locais também segue os tipos florestais. E, quando todo este conjunto de dados, Chrysomelidae mais Lepidoptera, foi analisado, o resultado se repetiu, indicando que a

composição de espécies de grupos herbívoros entre os pontos amostrados parece estar associada aos tipos florestais.

Estes resultados mostram que, quanto mais informações são acumuladas ao longo do tempo, mais consistentes são os resultados obtidos, de modo que os padrões encontrados passam a ter uma explicação cada vez mais consistente. Assim, sabendo que as espécies raras compõem uma porção significativa das comunidades, estas não devem ser desconsideradas de análises que tratam da estrutura e composição de tais comunidades. Por isso, considera-se aqui que o resultado obtido, quando as espécies com menos de dez exemplares foram retiradas da análise, as quais representavam 78,5% das espécies, não deve estar refletindo um padrão real.

A distribuição das espécies em regiões geográficas é o produto histórico dos processos evolutivos de flora e fauna, envolvendo a capacidade de dispersão das espécies, não de locomoção dos indivíduos (Marinoni & Ganho 2006). Assim, é possível que em locais mais distantes, mas que estejam em uma mesma região fitogeográfica, haja uma maior semelhança na composição de espécies, como registrado aqui para Chrysomelidae.

A similaridade dos locais entre os anos foi maior que entre os locais, tanto para a estrutura de comunidade quanto para a composição da fauna.

Wolda (1996) estudou a similaridade de vários grupos de insetos em sete locais no Panamá e verificou que a similaridade entre os anos foi maior que entre diferentes áreas, mostrando que mudanças reais ocorrem na fauna entre os anos.

Ao avaliar a estrutura de comunidade entre os anos, Antonina foi o local mais similar. Provavelmente este resultado foi gerado pela dominância de *Margaridisa* sp., nos dois anos, o que deve ter influenciado o resultado gerado pelo coeficiente de Morisita-Horn. Já para Ponta Grossa, que teve o segundo maior valor de similaridade, a dominância de *Neothona prima* determinou este resultado.

Quanto à composição de espécies nos diferentes locais entre os anos, Ponta Grossa e Antonina se mostraram mais estáveis, com um maior número de espécies coletadas em ambos os anos. Entretanto, em Telêmaco Borba e Guarapuava houve uma considerável mudança de um ano para outro: em torno de 50% das espécies foram exclusivas do primeiro ano.

**Ponta Grossa: PROFAUPAR + PROVIVE**

Ao analisar Ponta Grossa em dois períodos distintos, foi verificada uma diminuição na proporção de Chrysomelidae em relação a Coleoptera, indicando avanço no grau sucessional da área. Linzmeier *et al.* (2006) observaram uma diminuição gradual na proporção de Chrysomelidae em áreas com níveis crescentes de sucessão. Entretanto quando os Alticini foram avaliados tal redução gradual não foi verificada. Isso indica que, em alguns casos, a utilização de níveis taxonômicos superiores para a avaliação de áreas pode ser mais informativo, gerando respostas mais precisas.

Das 165 espécies coletadas, cerca de 25% foram coletadas nos dois períodos; as demais foram substituídas, algumas foram perdidas ou não coletadas e outras foram ganhas ao longo do período. Além disso, houve uma mudança na dominância das espécies coletadas nos diferentes períodos. Dentre as espécies dominantes nos dois períodos, somente *D. gigia* permaneceu entre as mais coletadas, se tornando a espécie dominante no segundo levantamento. Para esta espécie, não se tem nenhuma informação a respeito da biologia, hábitos ou plantas hospedeiras. Além disso, a variação não apresentou correlação com as variáveis abióticas (ver capítulo II), de modo que se torna muito difícil inferir algo a seu respeito. Em 2006 foi realizado um novo projeto no Parque Estadual de Vila Velha que buscava principalmente reconhecer as plantas hospedeiras das espécies de Chrysomelidae coletadas no parque, além de registrar aspectos biológicos e comportamentais, principalmente daquelas dominantes, como *D. gigia*. Entretanto, esta espécie sequer foi avistada.

Ao inserir a área Fase 2, área em estágio intermediária a avançado de sucessão, nas análises de similaridade, tanto a estrutura de comunidade quanto a composição de espécies foram mais similares à de Ponta Grossa. De modo geral os demais relacionamentos foram mantidos, com apenas algumas mudanças na posição dos grupos quanto à estrutura de comunidade. Isso indica que, apesar das mudanças sucessionais ocorridas ao longo período, Ponta Grossa apresenta espécies que devem ser características deste local, o que faz com que a composição e estrutura de comunidade se mostrem mais similares.

## CONCLUSÕES

Este trabalho é uma importante contribuição no conhecimento a respeito dos padrões de diversidade e de estrutura das comunidades de Chrysomelidae do Estado do Paraná.

A composição de espécies de Chrysomelidae foi mais similar entre os locais inseridos em um mesmo tipo florestal. Tal padrão se confirmou quando outros grupos fitófagos foram analisados. Assim, indica-se que as espécies raras desses grupos devem ser mantidas nas análises, já que estas trazem informações relevantes para o entendimento de padrões de diversidade beta.

Tendo em vista o alto número de espécies exclusivas de Chrysomelidae em cada local, estas apresentam peculiaridades que justificam especial atenção à sua preservação.

Antonina e Ponta Grossa foram os locais mais estáveis, ou seja, os que apresentaram as menores variações na abundância e na riqueza de espécies de um ano para outro.

A redução na proporção dos crisomelídeos coletados em Ponta Grossa durante dois períodos distintos, com intervalo de 13 anos, evidenciou o avanço no grau sucessional, indicando que este grupo pode auxiliar na interpretação de alterações ambientais por meio de um cálculo simples.

Para que os padrões sejam plenamente justificáveis, há ainda necessidade de ampliar os estudos sobre a história de vida dos grupos herbívoros, principalmente os hiperdiversos como Chrysomelidae.

## REFERÊNCIAS

- Azevedo, C. O.; J. L. Helmer & F. C. C. Barreto. 2006. Análise da fauna de Bethyilidae (Hymenoptera, Chrysidoidea) de oito localidades do Paraná, Brasil. **Boletim do Museu Biológico Mello Leitão (N. Ser.)** 20: 83-94.
- Barbosa, M. G. V.; C. R. V. Fonseca; P. M. Hammond & N. E. Stork. 2002. Diversidade e similaridade entre habitats com base na fauna de Coleoptera de serrapilheira de uma floresta de terra firme da Amazônia Central, p. 69-83. *In*: Costa, C.; S. A. Vanin; J. M. Lobo & A. Melic (eds). **Proyecto de Red Iberoamericana de Biogeografía y Entomología Sistemática – PRIBES**. Vol 2, Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza, España. 327p.
- Basset, Y. 1992. Host specificity of arboreal and free-living insect herbivores in a rain forest. **Biological Journal of the Linnean Society** 47: 115-133.
- Basset, Y.; N. D. Springate; H. P. Aberlenc & G. Delvare. 1997. A review of methods for sampling arthropods in tree canopies, p. 27-52. *In*: N. E. Stork; J. Adis & R. K. Didham (eds.). **Canopy arthropods**. Chapman & Hall, London. 584p.
- Brown JR., K. S. 1997. Diversity, disturbance and sustainable use of Neotropical forests: insects as indicators for conservation monitoring. **Journal of Insect Conservation** 1:25-42.
- Campbell, J. W. & J. L. Hanula. 2007. Efficiency of Malaise traps and colored pan traps for collecting flower visiting insects from three forested ecosystems. **Journal of Insect Conservation** 11: 399-408.
- Colwell, R. K. 2004. **EstimateS: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples**. Version 7.00. User's guide and application published at: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>. Acesso em: setembro/2008.
- Costa, C. 2000. Estado de conocimiento de los Coleoptera Neotropicales, p. 99-114. *In*: Martín-Piera, F.; J. J. Morrone & A. Melic (eds). Hacia un Proyecto CYTED para el Inventario y Estimación de la Diversidad Entomológica en Iberoamérica: PRIBES-2000, vol. 1, SEA, Zaragoza. 326p.
- Dellome Filho, J. 1985. Simuliofauna do Rio Marumbi (Morretes, Paraná): aspectos bionômicos com ênfase na alimentação de larvas de *Simulium incrustatum* (Diptera, Simuliidae). Tese de doutorado não publicada, Universidade Federal do Paraná. 126p.

- Duckett, C. N.; J. J. Gillespie & K. M. Kjer. 2004. Relationships among the subfamilies of Chrysomelidae inferred from small subunit ribosomal DNA and morphology, with special emphasis on the relationships among the flea beetles and the Galerucinae, p. 3-18. *In*: Jolivet, P.; J. A. Santiago-Blay & M. Schmitt. **New Developments in the Biology of Chrysomelidae**. SPB Academic Publishing bv, The Hague, The Netherlands. 803p.
- Dutra, R. R. & R. D. Miyazaki. 1994. Famílias de Coleoptera capturadas em oito localidades do Estado do Paraná, Brasil. **Arquivos de Biologia e Tecnologia** **37**: 889-894.
- Farrell, B. D. & T. L. Erwin 1988. Leaf-beetle community structure in an amazonian rainforest canopy, p. 73-90. *In*: Jolivet, P.; E. Petitpierre & T. Hsiao (eds). **Biology of Chrysomelidae**. Kluwer Academic Publ., Dordrecht. 615p.
- Ganho, N. G. & R. C. Marinoni. 2003. Fauna de Coleoptera no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. Abundância e riqueza das famílias capturadas através de armadilhas malaise. **Revista Brasileira de Zoologia** **20**: 227-236.
- Ganho, N. G. & R. C. Marinoni. 2005. A diversidade inventarial de Coleoptera (Insecta) em uma paisagem antropizada do Bioma Araucária. **Revista Brasileira de Entomologia** **49**: 535-543.
- Ganho, N. G. & R. C. Marinoni. 2006. A variabilidade espacial das famílias de Coleoptera (Insecta) entre fragmentos de Floresta Ombrófila Mista Montana (Bioma Araucária) e plantação de *Pinus elliottii* Engelmann, no Parque Ecológico Vivat Floresta, Tijucas do Sul, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** **23**: 1159-1167.
- Hulcr, J.; R. A. Beaver; W. Puranasakul; S. A. Dole & S. Sonthichai. 2008. A comparison of Bark and Ambrosia beetle communities in two forest types in northern Thailand (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae and Platypodinae). **Environmental Entomology** **37**: 1461-1470.
- Hutcheson, J. 1990. Characterization of terrestrial insect communities using quantified, Malaise-trapped Coleoptera. **Ecological Entomology** **15**: 143-151.
- Iannuzzi, L.; A. C. D. Maia; C. E. B. Nobre; D. K. Suzuki & F. J. A. Muniz. 2003. Padrões locais de diversidade de Coleoptera (Insecta) em vegetação da Caatinga, p. 367-389. *In*: Leal, I. R.; M. Tabarelli & J. M. C. da Silva. (orgs). **Ecologia e conservação da caatinga**. Recife: Editora Universitária da Universidade Federal de Pernambuco. 822p.

- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2004. **Mapa de Biomas do Brasil**. Ministério do Meio Ambiente.
- Jolivet, P. 1988. Food habits and food selection of Chrysomelidae: Bionomic and evolutionary perspectives, p. 1-24. *In*: P. Jolivet & T. H. Hsiao (eds). **Biology of Chrysomelidae**. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 615p.
- Jorge, C. M.; L. Marinoni & R. C. Marinoni. 2007. Diversidade de Syrphidae (Diptera) em cinco áreas com situações florísticas distintas no Parque Estadual Vila Velha em Ponta Grossa, Paraná. **Iheringia, Série Zoologia** **97**:452-460
- Jost, L. 2006. Entropy and diversity. **Oikos** **113**: 357-363.
- Kim, S. J.; K. M. Kjer & C. N. Duckett. 2003. Comparison between molecular and morphological-based phylogenies of galerucine/alticine leaf beetles (Coleoptera: Chrysomelidae). **Insect Systematics & Evolution** **34**: 53-64.
- Lacerda, H. R.; L. M. C. Barbosa; R. N. P. Souto; C. H. S. Cruz; T. C. Coutinho; P. H. M. Pantoja & S. C. B. Silva. 2007. Coleópteros (Insecta: Coleoptera) de uma área de Cerrado do campus marco zero da Universidade Federal do Amapá. **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu – MG**.
- Lewinsohn, T. M.; P. I. K. L. Prado & A. M. Almeida. 2001. Inventários bióticos centrados em recursos: insetos fitófagos e plantas hospedeiras, p. 174-189. *In*: Garay, I. & B. Dias (orgs). **Conservação da Biodiversidade em Ecossistemas Tropicais**. Editora vozes, Petrópolis, RJ. 430p.
- Lingafelter, S. W. & A. S. Konstantinov. 1999. The monophyly and relative rank of alticine and galerucine leaf beetles: A cladistic analysis using adult morphological characters (Coleoptera: Chrysomelidae). **Entomologica Scandinavica** **30**: 397-416.
- Linzmeier, A. M. & C. S. Ribeiro-Costa. 2008a. Seasonality and temporal structuration of Alticini community (Coleoptera, Chrysomelidae, Galerucinae) in the Araucaria Forest of Parana, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia** **52**: 289-295.
- Linzmeier, A. M. & C. S. Ribeiro-Costa. 2008b. Mecanismo de acoplamento élitro-corpo em *Margaridisa* (Chrysomelidae, Coleoptera). Resumo apresentado no XXII Congresso Brasileiro de Entomologia, realizado em Uberlândia-MG.
- Linzmeier, A. M. & C. S. Ribeiro-Costa. Spatial-temporal dynamics of Alticini (Newman) (Coleoptera, Chrysomelidae) in a fragment of Araucaria Forest on state of Parana, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, no prelo.
- Linzmeier, A. M.; C. S. Ribeiro-Costa & L. A. Moura. 2007. First descriptions of immatures for *Megistops* (Boheman) (Coleoptera, Chrysomelidae, Galerucinae) in a

- new host-plant family, with notes on life history and redescription of *M. vandepolli* Duvivier. **Zootaxa** **1615**: 55-68.
- Linzmeier, A. M.; C. S. Ribeiro-Costa & R. C. Marinoni. 2006. Fauna de Alticini (Newman) (Coleoptera, Chrysomelidae, Galerucinae) em diferentes estágios sucessionais na Floresta com Araucária do Paraná, Brasil: diversidade e estimativa de riqueza de espécies. **Revista Brasileira de Entomologia** **50**: 101-109.
- Longino, J. T.; L. Coddington & R. K. Colwell. 2002. The ant fauna of tropical rain forest: estimating species richness three different ways. **Ecology** **83**: 689-702.
- Magurran, A. E. 2004. **Measuring Biological Diversity**. Blackwell Science Ltd, Oxford. 256p.
- Maia, A. C. D.; L. Iannuzzi; C. E. B. Nobre & C. M. R. de Albuquerque. 2003. Padrões locais de diversidade de Cerambycidae (Insecta, Coleoptera) em vegetação de Caatinga, p. 391-433. *In*: Leal, I. R.; M. Tabarelli & J. M. C. da Silva. (orgs). **Ecologia e conservação da caatinga**. Recife: Editora Universitária da Universidade Federal de Pernambuco. 822p.
- Marchiori, M. O. & H. P. Romanowski. 2006. Species composition and diel variation of a butterfly taxocene (Lepidoptera, Papilionoidea and Hesperoidea) in a restinga forest at Itapuã State Park, Rio Grande do Sul, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia** **23**: 443-454.
- Marinoni, R. C. & N. G. Ganho. 2006. A diversidade diferencial beta de Coleoptera (Insecta) em uma paisagem antropizada do Bioma Araucária. **Revista Brasileira de Entomologia** **50**: 64-71.
- Marinoni, R. C. & R. R. Dutra. 1993. Levantamento da fauna entomológica no Estado do Paraná. I. Introdução. Situações climática e florística de oito pontos de coleta. Dados faunísticos de agosto de 1986 a julho de 1987. **Revista Brasileira de Zoologia** **8**: 31-73.
- Marinoni, R. C. & R. R. Dutra. 1996. Levantamento da fauna entomológica no Estado do Paraná. II. Ctenuchidae (Lepidoptera). **Revista Brasileira de Zoologia** **13**: 435-461.
- Marinoni, R. C. & R. R. Dutra. 1997. Famílias de Coleoptera capturadas com armadilha malaise em oito localidades do Estado do Paraná, Brasil. Diversidade alfa e beta. **Revista Brasileira de Zoologia** **14**: 751-770.



- Marinoni, R. C.; R. R. Dutra & M. M. Casagrande. 1997. Levantamento da fauna entomológica no Estado do Paraná. III. Saturniidae (Lepidoptera). **Revista Brasileira de Zoologia** **14**: 473-495.
- Marinoni, R. C.; R. R. Dutra & O. H. H. Mielke. 1999. Levantamento da fauna entomológica no Estado do Paraná. IV. Sphingidae (Lepidoptera). **Revista Brasileira de Zoologia** **16**: 223-240.
- Morris, M. G. 1980. Insects and the Environment in the United Kingdom. **Atti XII Congresso Nazionale Italiano di Entomologia, Roma**. 203-235p.
- Morse, D. R.; N. E. Stork & J. H. Lawton. 1988. Species number, species abundance and body length relationships of arboreal beetles in Bornean lowland rain forest trees. **Ecological Entomology** **13**: 25-37.
- Novotný, V. & Y. Basset. 2000. Rare species in communities of tropical insect herbivores: pondering the mystery of singletons. **Oikos** **89**: 564-572.
- Novotný, V.; Y. Basset; G. A. Samuelson & S. E. Miller. 1999. Host use by chrysomelid beetles feeding on Moraceae and Euphorbiaceae in New Guinea, p. 545-555. *In*: Cox, M. L. (ed.). **Advances in Chrysomelidae Biology** **1**. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands. 671p.
- Ødegaard, F. 2004. Species richness of phytophagous beetles in the tropical tree *Brosimum utile* (Moraceae): the effects of sampling strategy and the problem of tourists. **Ecological Entomology** **29**: 76-88.
- Ødegaard, F. 2006. Host specificity, alpha and beta-diversity of phytophagous beetles in two tropical forests in Panama. **Biodiversity and Conservation** **15**: 83-105.
- Paglia, A. P.; A. Paese; L. C. Bedê; M. Fonseca; L. P. S. Pinto & R. B. Machado. 2004. Lacunas de conservação e áreas insubstituíveis para vertebrados ameaçados da Mata Atlântica, p. 39-50. *In*: Anais do IV Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação Curitiba, Paraná. 207p.
- Reid, C. A. M. 1995. A cladistic analysis of subfamilial relationships in the Chrysomelidae *sensu lato* (Chrysomeloidea), p. 559-631. *In*: Pakaluk, J. & S. A. Slipinski (eds). **Biology, Phylogeny and Classification of Coleoptera: Papers Celebrating the 80<sup>th</sup> Birthday of Roy A. Crowson**. Muzeum i Instytut Zoologii PAN, Warszawa. 1092p.
- Reid, C. A. M. 2000. Spilopyrinae Chapuis: a new subfamily in the Chrysomelidae and its systematic placement (Coleoptera). **Invertebrate Taxonomy** **14**: 837-862.

- Riley, E. G.; S. M. Clark; R. W. Flowers & A. J. Gilbert. 2002. Chrysomelidae, p 617-691. *In*: Arnett, R. H.; M. C. Thomas; P. E. Skelley & J. H. Frank (eds). **American Beetles. Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea. Volume 2.** CRC Press LLC, Boca Raton. 861 p.
- Roderjan, C. V.; F. Galvão; Y. S. Kuniyoshi & G. Hatschback. 2002. As unidades fitogeográficas do Estado do Paraná. **Ciência e Ambiente** **24**: 75-92.
- Rohlf, F. J. 1989. **NTSYS-PC. Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System.** New York, Exeter Publ. Ltd. 187 p.
- Sackmann, P. 2006. Efectos de la variación temporal y los métodos de captura en la eficiencia de un muestreo de coleópteros en la Reserva Natural Loma del Medio, El Bolsón, Río Negro. **Revista de la Sociedad Entomológica Argentina** **65**: 35-50.
- Santos, G. B.; M. I. Marques; J. Adis & C. R. DeMuis. 2003. Artrópodos associados à copa de *Attalea phalerata* Mart. (Arecaceae), na região do Pantanal de Poconé, Mato Grosso, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia** **47**: 211-224.
- Scherer, G. 1983. Diagnostic key for the Neotropical Alticine genera. **Entomologische Arbeiten Aus Dem Museum G. Frey** **31/32**: 1-89.
- Silva, A. & C. S. Ribeiro-Costa. 2008. Morfologia comparada dos gêneros do grupo *Merobruchus* (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae): diagnoses e chave. **Revista Brasileira de Zoologia** **25**: 802-826.
- StatSoft, Inc. 2007. STATISTICA (data analysis software system), version 8.0. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).
- Takizawa, H. 1994. Seasonal changes in leaf beetle fauna of a warm temperate lowland in Japan, p. 511-525. *In*: Jolivet, P. H.; M. L. Cox & E. Petitpierre (eds). **Novel aspects of the biology of Chrysomelidae.** Kluwer Academic Publishers, Netherlands. 582p.
- Tilman, D. 1990. Constraints and tradeoffs: toward a predictive theory of competition and succession. **Oikos** **58**: 3-15.
- Townes, H. 1972. A light-weight malaise trap. **Entomological News** **83**: 239-247.
- Veloso, H. P. & L. Góes-Filho. 1982. **Fitogeografia Brasileira.** Classificação fisionômica-ecológica da vegetação neotropical. Boletim Técnico, Projeto RANDAMBRASIL, Série vegetação. 85p.
- Wagner, T. 1999. Arboreal chrysomelid community structure and faunal overlap between different types of forests in Central África, p. 247-270. *In*: Cox, M. L. (ed.).

- Advances in Chrysomelidae Biology 1.** Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands. 671p.
- Whittaker, R. H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. **Taxon** **21**: 213-251.
- Wolda, H. 1996. Between-site similarity in species composition of a number of Panamanian insect groups. **Miscelania Zoologica** **19**: 39-50.

## **CAPÍTULO II**

### **Sazonalidade de Chrysomelidae (Coleoptera) no Estado do Paraná, Brasil**

## INTRODUÇÃO

A partir do século XIX não apenas os padrões de distribuição e de diversidade de animais e plantas, mas também diversas variáveis bióticas e abióticas que influenciam estes padrões, vem sendo descritos para as regiões temperadas e tropicais (Fernandes *et al.* 1995). Esses estudos têm relevância por contribuírem para o esclarecimento de padrões fenológicos e de estratégias de vida das populações, já que nem sempre os padrões sazonais apresentam-se de forma fixa como se imagina (Wolda 1979). A sazonalidade de uma determinada espécie, por exemplo, é influenciada por fatores bióticos e abióticos, que em função de suas características comportamentais, reagem de diferentes formas a tais fatores.

Dentre os fatores abióticos que atuam na sazonalidade das espécies estão o fotoperíodo, a temperatura e a pluviosidade (Wolda 1978a, 1988; Marinoni & Ganho 2003; Linzmeier & Ribeiro-Costa 2008). A influência de tais fatores está relacionada à latitude, já que em ambientes localizados a altas latitudes, mudanças na abundância e na distribuição das espécies são determinadas principalmente pelo fotoperíodo e temperatura, enquanto que em latitudes mais baixas a pluviosidade é o principal fator controlador da sazonalidade das espécies (Wolda 1978a, 1988; Leather *et al.* 1993; Marinoni & Ganho 2003; Linzmeier & Ribeiro-Costa 2008). Além destes fatores atuarem diretamente sobre o padrão de atividade sazonal das espécies, determinam a disponibilidade de alimento e outras características que afetam o desenvolvimento dos organismos (Tauber *et al.* 1986).

Chrysomelidae compreende uma das mais diversas famílias de Coleoptera, com cerca de 37.000 espécies, a grande maioria distribuída na região Neotropical (Costa 2000). É essencialmente herbívora, alimentando-se das mais variadas famílias de plantas. Segundo Jolivet (1988, 1992), se mostra mais especializada no consumo das famílias Solanaceae, Cucurbitaceae, Convolvulaceae, Poaceae e Asteraceae. Como Chrysomelidae constitui um grupo de besouros herbívoros, sua sazonalidade estaria estritamente relacionada às suas plantas hospedeiras, que por sua vez estão sob influência dos fatores ambientais.

Em vários inventários de insetos, Chrysomelidae tem sido abundantemente coletada, entretanto poucos trabalhos tratam individualmente da sazonalidade tanto do grupo como de suas espécies (Basset & Samuelson 1996; Marinoni & Dutra 1997; Ganho & Marinoni 2003; Linzmeier *et al.* 2006).

Além disso, os trabalhos que tratam da sazonalidade concentram-se em espécies-praga e aquelas sem importância econômica imediata, têm sido negligenciadas, o que impede o incremento de informações-base para a interpretação de padrões populacionais gerais, bem como sobre o ciclo de vida das espécies (Becker & Freire 1996).

Assim, o objetivo deste capítulo é verificar o padrão sazonal de Coleoptera e Chrysomelidae nos oito locais amostrados pelo PROFAUPAR, durante dois anos consecutivos, e quais as variáveis abióticas que mais influenciaram em tais padrões. Além disso, pretende-se estudar a sazonalidade das espécies dominantes de Chrysomelidae coletadas durante esse projeto, correlacionando-as com elementos bióticos e abióticos.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A metodologia utilizada neste capítulo segue aquela descrita no Capítulo I, com exceção da análise dos dados.

### **Análise dos dados**

As análises de sazonalidade de Coleoptera, Chrysomelidae e das espécies dominantes foram baseadas em valores de captura média mensal (exemplares capturados por mês/número de coletas no mês) (Anexos 1 e 2).

Com o objetivo de verificar se houve diferença significativa na abundância de Coleoptera e Chrysomelidae entre os anos, foi realizada uma Análise de Variância a 5% de significância. A normalidade dos dados foi previamente verificada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov (KS) e, quando necessário, os dados foram log transformados.

Para as análises com os dados meteorológicos, foram utilizadas as médias mensais de cada uma das variáveis, coligidas em cada um dos locais avaliados (ver Capítulo I) que são: temperatura máxima e mínima, pluviosidade, umidade relativa do ar e fotoperíodo (Anexos 4 a 7). Como os locais amostrados não possuem significativa variação latitudinal, para as análises com o fotoperíodo foram utilizados somente os dados de Ponta Grossa.

Foram realizadas análises de Correlação de Spearman entre a captura média de Coleoptera e Chrysomelidae e as variáveis abióticas.

Quanto às estações, para adequar a análise ao período de coletas, que iniciou em agosto de 1986 e finalizou em julho de 1988 (dois ciclos sazonais), foi considerada primavera os meses de setembro a novembro, verão de dezembro a fevereiro, outono de março a maio, e inverno de junho a agosto. Portanto, foi desconsiderado o primeiro mês de coleta assim como os dois últimos.

As análises foram realizadas no programa STATISTICA 8.0 (StatSoft. Inc. 2007).

## RESULTADOS

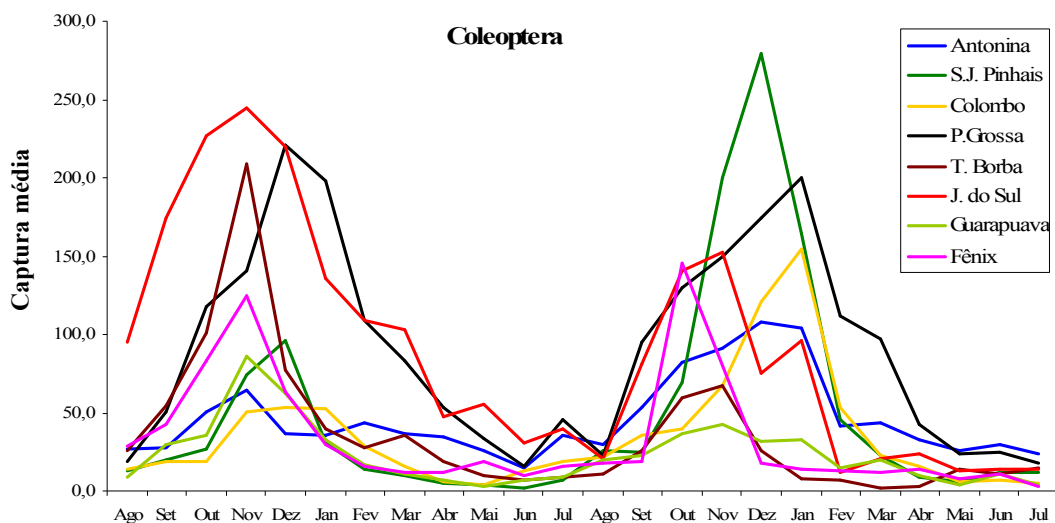
De um total de 39.761 coleópteros capturados, 19.891 foram coletados no primeiro ano (Marinoni & Dutra 1997) e 19.870 no segundo (Tabela I). Diferenças significativas na abundância de Coleoptera entre os anos foram obtidas em Antonina ( $F_{1, 22} = 4,45$ ;  $p = 0,046$ ) e em Jundiaí do Sul ( $F_{1, 22} = 6,29$ ;  $p = 0,002$ ). Em Antonina houve um aumento na captura do primeiro para o segundo ano, com 62,3% dos exemplares capturados no segundo ano, enquanto que em Jundiaí do Sul ocorreu o contrário, somente 31,4% do total foi capturado no segundo ano.

Coleoptera apresentou padrão sazonal em todos os locais com os picos de abundância do primeiro ano ocorrendo em novembro para Antonina, Telêmaco Borba, Guarapuava, Jundiaí do Sul e Fênix e, em dezembro para São José dos Pinhais, Colombo e Ponta Grossa (Fig. 1). No segundo ano, o pico de abundância de Fênix ocorreu em outubro, para Telêmaco Borba, Guarapuava e Jundiaí do Sul os picos se mantiveram em novembro, em Antonina e São José dos Pinhais ocorreram em dezembro e em Colombo e Ponta Grossa os picos foram registrados em janeiro.

Com exceção de Jundiaí do Sul e Telêmaco Borba, que tiveram suas menores capturas em agosto do primeiro ano e em março do segundo, respectivamente, os demais locais apresentaram os menores valores de captura nos meses de maio e junho no primeiro ano e nos meses de maio e julho no segundo ano (Anexo 2).

Dentre as variáveis abióticas analisadas, o fotoperíodo apresentou correlação significativa com a abundância de Coleoptera em todos os locais. Além disso, em Antonina, Colombo, Guarapuava e Jundiaí do Sul houve correlação significativa com a temperatura e umidade relativa, em São José dos Pinhais e Ponta Grossa, com a temperatura e, em Telêmaco Borba e Fênix a correlação foi significativa com a umidade relativa (Tabela II).





**Fig. 1.** Padrão sazonal de Coleoptera em oito locais amostrados com armadilha Malaise no Paraná, de agosto/1986 a julho/ 1988.

**Tabela I.** Abundância (N) de Coleoptera e abundância e riqueza (S) de Chrysomelidae coletados em cada ano, em oito pontos do Estado do Paraná, amostrados com armadilha Malaise, de agosto/1986 a julho/1988 pelo PROFAUPAR. ANT = Antonina; SJ = São José dos Pinhais; CO = Colombo; PG = Ponta Grossa; TB = Telêmaco Borba; GUA = Guarapuava; JU = Jundiá do Sul; FE = Fênix.

	Coleoptera		Chrysomelidae			
	N		N		S	
	1º ano	2º ano	1º ano	2º ano	1º ano	2º ano
<b>ANT</b>	1.723	2.846	455	752	57	65
<b>SJ</b>	1.107	3.721	299	906	51	104
<b>CO</b>	1.193	2.217	207	43	580	69
<b>PG</b>	4.287	4.661	1.160	1.342	89	78
<b>TB</b>	2.332	1.087	231	126	64	39
<b>GUA</b>	1.224	1.003	148	59	48	35
<b>JU</b>	6.152	2.815	808	349	73	48
<b>FE</b>	1.873	1.520	140	49	37	23
<b>Total</b>	19.891	19.870	3.448	4.163	326	345

**Tabela II.** Correlação entre captura média mensal de Coleoptera e Chrysomelidae e as variáveis meteorológicas temperatura máxima ( $T_{\max}$ ) e mínima ( $T_{\min}$ ), umidade relativa (UR), pluviosidade (Pluv.) e Fotoperíodo (FP), em oito locais amostrados com armadilha Malaise no Estado do Paraná, de agosto/1986 a julho/ 1988. Valores seguidos por \* apresentaram correlação significativa ( $p < 0,05$ ).

		$T_{\max}$	$T_{\min}$	UR	Pluv.	FP
<b>COLEOPTERA</b>	Antonina	<b>0,48*</b>	<b>0,43*</b>	<b>-0,59*</b>	0,07	<b>0,71*</b>
	São José dos Pinhais	<b>0,44*</b>	<b>0,44*</b>	-0,01	0,20	<b>0,68*</b>
	Colombo	<b>0,64*</b>	<b>0,56*</b>	<b>-0,43*</b>	0,01	<b>0,74*</b>
	Ponta Grossa	<b>0,77*</b>	<b>0,76*</b>	-0,17	0,15	<b>0,95*</b>
	Telêmaco Borba	0,35	0,10	<b>-0,51*</b>	0,20	<b>0,48*</b>
	Guarapuava	<b>0,56*</b>	0,33	<b>-0,49*</b>	-0,05	<b>0,74*</b>
	Jundiaí do Sul	<b>0,49*</b>	0,40	<b>-0,46*</b>	0,28	<b>0,65*</b>
	Fênix	0,29	0,25	<b>-0,61*</b>	-0,11	<b>0,47*</b>
<b>CHRYSOMELIDAE</b>	Antonina	<b>0,58*</b>	<b>0,49*</b>	<b>-0,63*</b>	0,09	<b>0,73*</b>
	São José dos Pinhais	0,36	0,36	0,04	0,17	<b>0,65*</b>
	Colombo	<b>0,58*</b>	<b>0,50*</b>	-0,34	0,05	<b>0,58*</b>
	Ponta Grossa	<b>0,49*</b>	<b>0,50*</b>	-0,15	-0,11	<b>0,69*</b>
	Telêmaco Borba	0,38	0,15	<b>-0,41*</b>	0,23	<b>0,54*</b>
	Guarapuava	0,40	0,17	<b>-0,46*</b>	-0,02	<b>0,55*</b>
	Jundiaí do Sul	<b>0,50*</b>	<b>0,45*</b>	-0,30	0,27	<b>0,59*</b>
	Fênix	0,09	0,17	<b>-0,73*</b>	-0,15	0,30

Dos 7.611 crisomelídeos coletados, 3.448 foram capturados no primeiro ano enquanto que 4.163 foram capturados no segundo. Somente em Jundiaí do Sul houve diferença significativa ( $F_{1,22} = 9,57$ ;  $p = 0,005$ ) na abundância de Chrysomelidae entre os anos, com a maior abundância registrada no primeiro ano, 69,8% do total coletado.

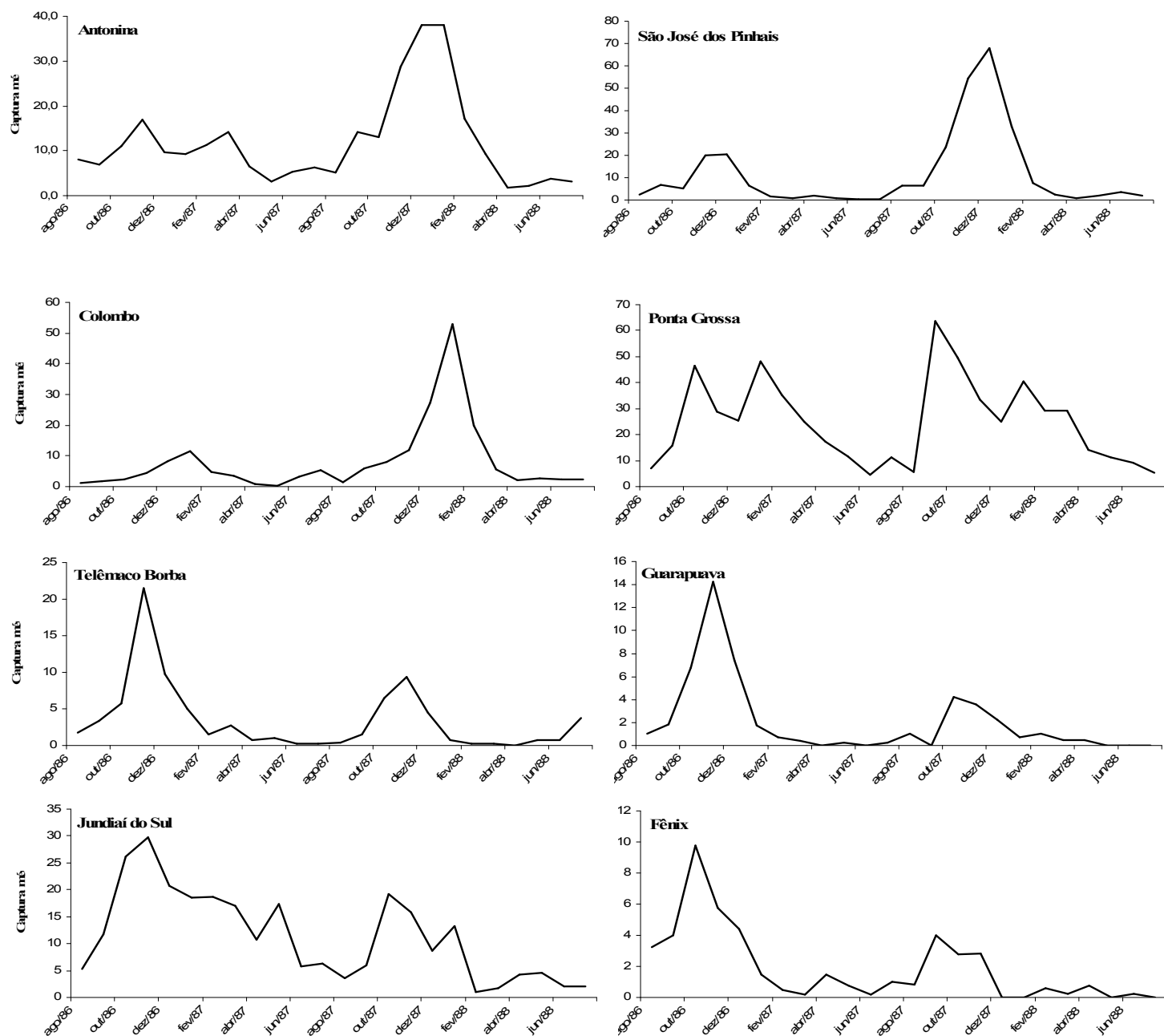
Observando os gráficos com a captura média mensal de Chrysomelidae para cada um dos locais, percebe-se que os padrões sazonais são diferenciados, mas em geral mostram dois ciclos (Fig. 2), ora com maior pico de abundância no primeiro ano, ora no segundo. Em Antonina, os picos de abundância ocorreram em novembro no primeiro ano e em janeiro no segundo. Observa-se ainda um consistente aumento na captura durante o segundo ano. Em São José dos Pinhais os picos foram em dezembro em ambos os anos, mas no segundo observou-se um grande incremento na abundância. Em Colombo, os picos foram verificados em janeiro e também houve uma maior captura no segundo ano, assim como visto para os locais anteriores. Em Ponta Grossa, ocorreram

dois picos de abundância no primeiro ano, um em outubro e o outro em janeiro. No segundo ano o pico foi registrado em setembro. Em Telêmaco Borba os picos ocorreram em novembro e, de forma contrária aos resultados anteriores, o maior valor de abundância se deu no primeiro ano. Para Guarapuava e Jundiá do Sul, os picos foram registrados em novembro no primeiro ano e em outubro no segundo e, em Fênix em outubro no primeiro ano e em setembro no segundo. Em São José dos Pinhais, Colombo, Telêmaco Borba, Guarapuava e Fênix, os picos de abundância foram bem marcados. Já para os demais locais ocorreram vários outros pequenos picos ao longo do período.

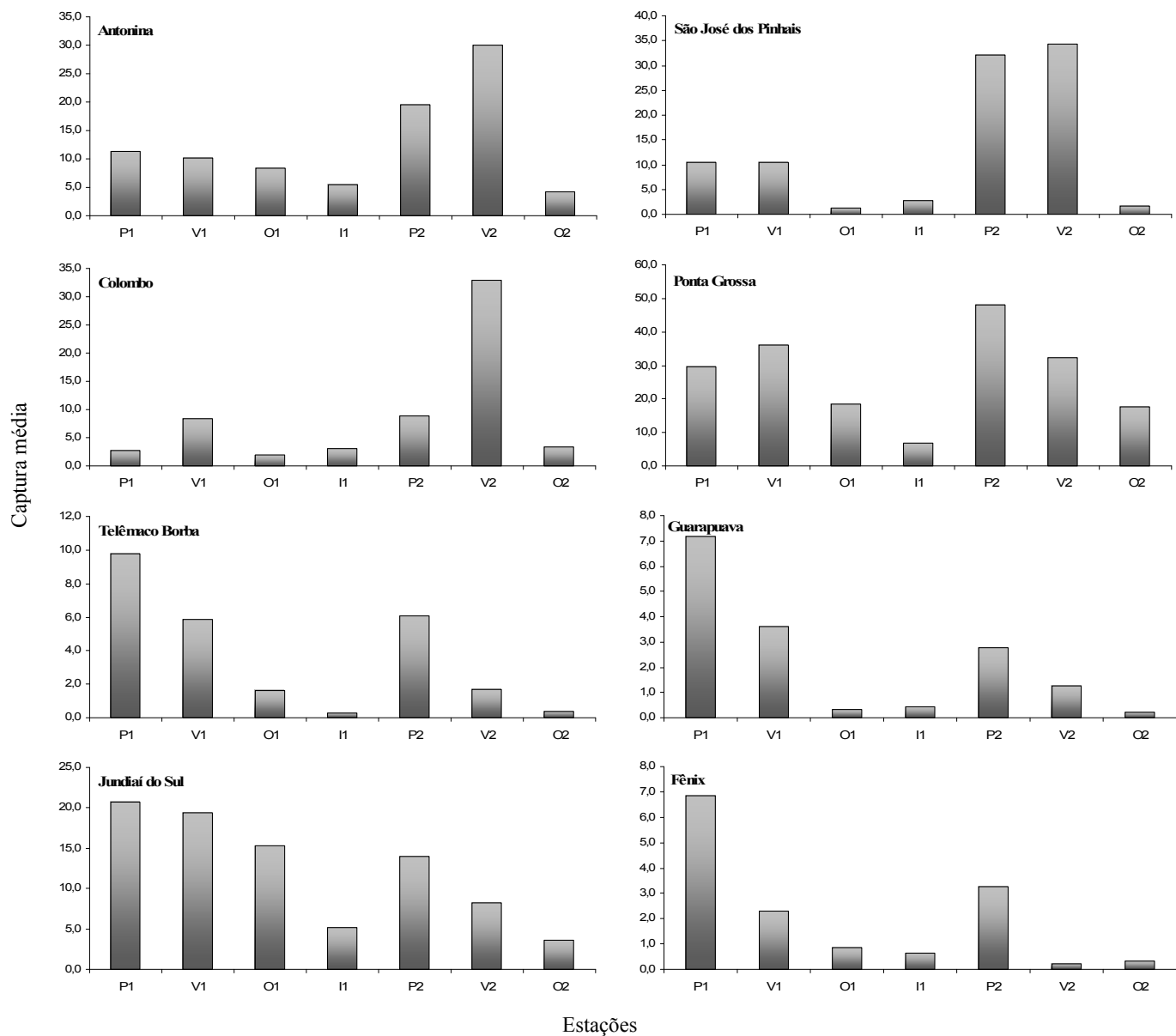
Dentre as variáveis abióticas analisadas, correlações significativas com a abundância de Chrysomelidae foram obtidas em Antonina com temperatura, umidade relativa e fotoperíodo, em Colombo, Ponta Grossa e Jundiá do Sul com a temperatura e fotoperíodo, em Telêmaco Borba e Guarapuava com a umidade relativa e o fotoperíodo e, em Fênix somente com a umidade relativa, destacando-se aqui seu alto valor ( $r = -0,73$ ) e a baixa correlação com o fotoperíodo (Tabela II).

Quando os dados de abundância de Chrysomelidae foram agrupados nas estações, foi possível verificar um padrão semelhante em Telêmaco Borba, Guarapuava, Fênix e Colombo, onde as maiores capturas dos três primeiros locais ocorreram na primavera e em Colombo no verão e as menores, no outono e inverno (Fig. 3). Em São José dos Pinhais, tanto na primavera como no verão, foram registrados altos valores de captura. Em Antonina, Ponta Grossa e Jundiá do Sul, o maior número de indivíduos ocorreu na primavera e no verão, e, dentre todos os locais, neste último foram registrados as maiores capturas no outono e inverno.

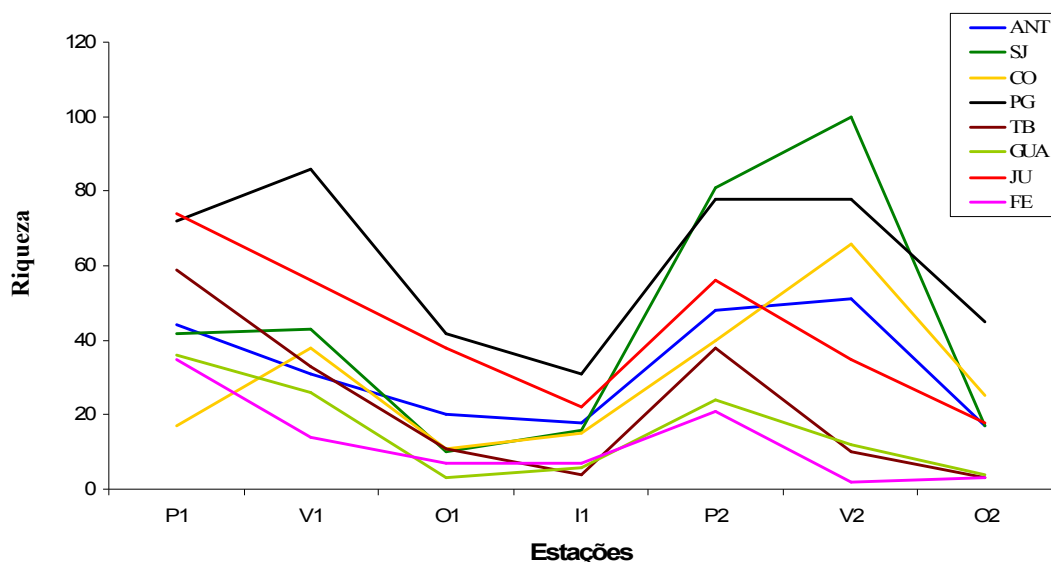
De modo geral, o maior número de espécies de Chrysomelidae foi coletado na estação onde houve a maior abundância. Somente em Antonina tal padrão não foi observado, pois a maior abundância do segundo ano ocorreu no verão, enquanto que a maior riqueza ocorreu na primavera. Somente em São José dos Pinhais, Colombo e Ponta Grossa as maiores riquezas foram registradas no verão, para os demais locais ocorreu na primavera (Fig. 4). O menor número de espécies para todos os locais ocorreu na mesma estação em que houve a menor abundância.



**Fig. 2.** Sazonalidade de Chrysomelidae amostrada com armadilha Malaise em oito locais do Estado do Paraná, de agosto/1986 a julho/1988 pelo PROFAUPAR.



**Fig. 3.** Captura média de Chrysomelidae nas estações, amostradas com armadilha Malaise em oito locais do Estado do Paraná, de agosto/1986 a julho/1988 pelo PROFAUPAR. P1 = primavera do primeiro ano de amostragens; V1 = verão do primeiro ano; O1 = outono do primeiro ano; I1 = inverno do primeiro ano; P2 = primavera do segundo; V2 = verão do segundo ano; O2 = Outono do segundo ano.



**Fig. 4.** Riqueza de Chrysomelidae amostrada com armadilha Malaise em oito locais do Estado do Paraná, de agosto/1986 a julho/1988 pelo PROFAUPAR. V1 = verão do primeiro ano; O1 = outono do primeiro ano; I1 = inverno do primeiro ano; P2 = primavera do segundo; V2 = verão do segundo ano; O2 = Outono do segundo ano. ANT = Antonina; SJ = São José dos Pinhais; CO = Colombo; PG = Ponta Grossa; TB = Telêmaco Borba; GUA = Guarapuava; JU = Jundiá do Sul; FE = Fênix.

As dez espécies dominantes foram: *Margaridisa* sp., *Neothona prima* Bechyné, 1955, *Dinaltica gigia* Bechyné, 1956, *Genaphthona yasmina* Bechyné, 1955, *Diphaltica* sp., *Epitrix* sp.6, *Eumoplinea* sp.24, *Monoplatus ocularis* Bechyné, 1955, *Trichaltica micros* Bechyné, 1954 e *Syphraea* sp.4 (Tabela III).

Ao verificar a distribuição de cada uma das espécies nos locais onde foram coletadas em maior abundância, foi possível observar diferentes padrões (Fig. 5). *Margaridisa* sp. com 92,5% coletado em Antonina, apresentou um considerável pico de abundância em dezembro do segundo ano. No primeiro ano esta espécie exibiu dois pequenos picos, um em novembro e o outro em março. Correlações significativas foram obtidas com as temperaturas máxima e mínima, umidade relativa e fotoperíodo (Tabela III).

*Neothona prima*, coletada quase que exclusivamente em Ponta Grossa, apresentou uma sazonalidade bem marcada com um primeiro pico de abundância ocorrendo em outubro no primeiro ano e em setembro no segundo, seguidos de um pico menor em janeiro em ambos os anos. Nos meses de outono e inverno, esta espécie praticamente não foi coletada. Não houve correlação significativa entre a abundância de *N. prima* e as variáveis abióticas (Tabela III).

*Dinaltica gigia* também foi coletada quase que exclusivamente em Ponta Grossa. Esta espécie não apresentou um padrão sazonal claro, ocorrendo durante todo o ano mas, as maiores capturas ocorreram em fevereiro no primeiro ano e em março no segundo. Não houve correlação significativa com as variáveis abióticas (Tabela III).

*Genaphtona yasmina*, com 94,3% do total coletado em Ponta Grossa, também não revelou um padrão sazonal claro. No primeiro ano houve dois picos de abundância, um em janeiro e o outro em abril. No segundo ano a maior captura foi registrada em março, porém bem menor que as anteriores. Esta espécie apresentou correlação significativa com as temperaturas máxima e mínima (Tabela III).

*Diphaltica* sp., coletada exclusivamente em São José dos Pinhais, apresentou sazonalidade bem marcada com os picos de abundância ocorrendo em novembro nos dois anos de amostragens. Esta espécie foi obtida praticamente somente de outubro a dezembro, havendo correlação significativa apenas com o fotoperíodo (Tabela III).

A maioria dos exemplares de *Epitrix* sp.6 foi coletada Jundiaí do Sul e, diferente das demais espécies, apresentou o pico de abundância em maio nos dois anos. Anterior a estes picos, foi observado um pico menor em outubro no primeiro ano, e em janeiro, no segundo. *Epitrix* sp.6 também não apresentou correlação significativa com as variáveis abióticas.

*Eumoplinea* sp.24, com 63,7% coletado em Colombo, apresentou pico de abundância em janeiro do segundo ano. Esta espécie foi capturada praticamente apenas no segundo ano, de dezembro a fevereiro, já que no primeiro ano a abundância foi muito baixa. Houve correlação significativa somente com a temperatura máxima (Tabela III). Os demais exemplares foram capturados em Telêmaco Borba, onde foi coletada nos dois anos, com pico em dezembro do primeiro. Neste caso também apresentou correlação significativa com a temperatura máxima.

*Monoplatys ocularis*, com 89% coletado em Colombo, também não revelou um padrão sazonal claro. Os picos de abundância ocorreram em janeiro em ambos os anos, entretanto vários outros picos foram observados ao longo da amostragem. Esta espécie não apresentou correlações significativas com as variáveis abióticas (Tabela III).

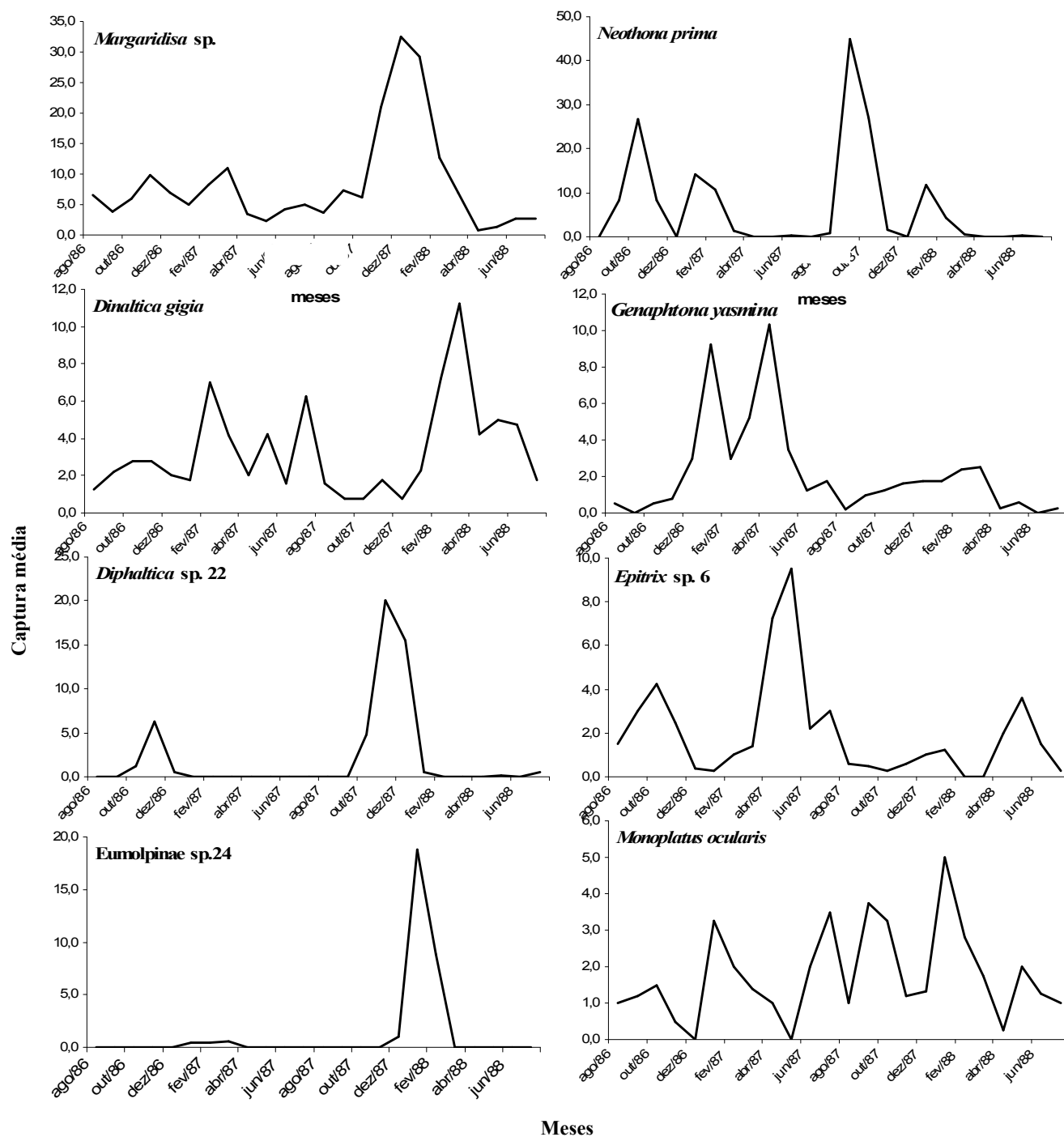
*Trichaltica micros*, coletada quase exclusivamente em Ponta Grossa, apresentou pico de abundância em dezembro no primeiro ano e em janeiro no segundo. Esta espécie apresentou um padrão sazonal evidente, não sendo registrada nos meses de inverno. Além disso, teve correlação significativa com as temperaturas máxima e mínima e com o fotoperíodo (Tabela III).

E por fim, *Syphraea* sp.4, coletada quase que exclusivamente em Jundiaí do Sul, também não apresentou um padrão sazonal claro, com picos de abundância em novembro e março no primeiro ano e em novembro no segundo. Correlação significativa foi obtida com a temperatura máxima e fotoperíodo (Tabela III).

**Tabela III.** As dez espécies dominantes de Chrysomelidae amostradas com armadilha Malaise em oito locais do Estado do Paraná, de agosto/1986 a julho/1988 pelo PROFAUPAR. Abundância total ( $N_{total}$ ), abundância no local onde a espécie foi mais coletada ( $N_{local}$ ), local onde a espécie foi mais coletada e valores de correlação temperatura máxima ( $T_{max}$ ) e mínima ( $T_{min}$ ), umidade relativa (UR), pluviosidade (Pluv) e Fotoperíodo (FP). Valores seguidos de \* apresentaram correlação significativa a 5% de significância. ANT = Antonina; SJ = São José dos Pinhais; CO = Colombo; PG = Ponta Grossa; TB = Telêmaco Borba; GUA = Guarapuava; JU = Jundiaí do Sul; FE = Fênix.

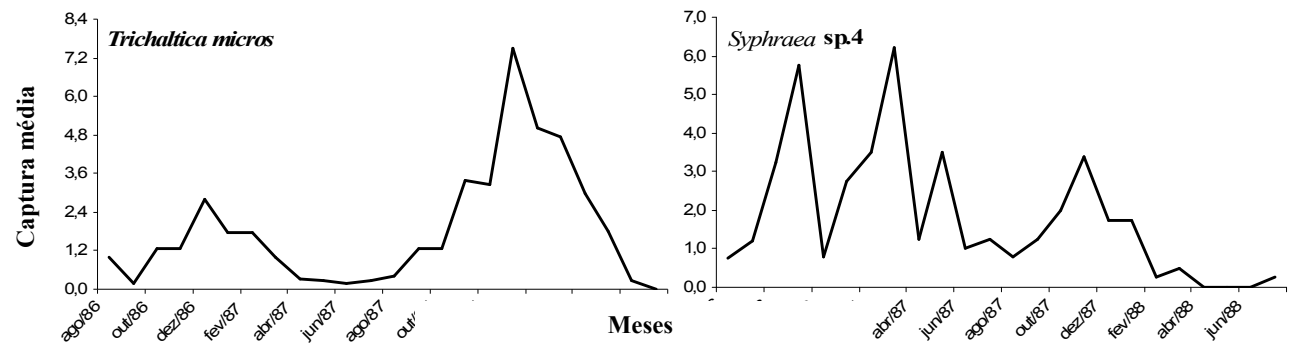
	$N_{total}$	$N_{local}$	Local	$T_{max}$	$T_{min}$	UR	Pluv	FP
<i>Margaridisa</i> sp.	922	853	ANT	<b>0,57*</b>	<b>0,47*</b>	<b>-0,65*</b>	0,07	<b>0,66*</b>
<i>Neothona prima</i>	668	662	PG	0,01	0,02	-0,14	-0,20	0,29
<i>Dinaltica gigia</i>	349	344	PG	0,19	0,27	0,21	0,12	-0,12
<i>Genaphthona yasmina</i>	227	214	PG	<b>0,48*</b>	<b>0,50*</b>	0,25	0,09	0,23
<i>Diphaltica</i> sp.	219	219	SJ	0,24	0,24	0,10	-0,03	<b>0,47*</b>
<i>Epitrix</i> sp.6	216	200	JU	-0,22	-0,12	0,13	-0,02	-0,38
<i>Eumoplinae</i> sp.24	202	129	CO	<b>0,49*</b>	0,40	-0,24	0,31	0,35
<i>Monoplatus ocularis</i>	200	178	CO	0,21	0,12	-0,26	-0,11	0,19
<i>Trichaltica micros</i>	193	190	PG	<b>0,65*</b>	<b>0,70*</b>	-0,03	0,16	<b>0,61*</b>
<i>Syphraea</i> sp.4	190	186	JU	<b>0,46*</b>	0,34	-0,34	0,13	<b>0,42*</b>





**Fig. 5.** Espécies de Chrysomelidae dominantes, amostradas com armadilha Malaise no Estado do Paraná, de agosto/1986 a julho/1988 pelo PROFAUPAR.

Continua



## DISCUSSÃO

Quanto à variação na abundância de Coleoptera entre os anos, diferenças estatisticamente significativas foram registradas somente em Antonina e Jundiá do Sul. Em Antonina, apenas no segundo ano, onde foi registrada a maior abundância, houve correlação significativa com a temperatura (0,62) e umidade (-0,62). Para Jundiá do Sul, que apresentou uma grande variação na abundância entre os anos, onde apenas 31,4% do total foi coletado no segundo ano, não houve correlação significativa com as variáveis abióticas em cada um dos anos. Tal redução na abundância de Coleoptera refletiu no total de crisomelídeos coletados no segundo ano, sendo este o único local onde a família apresentou diferença significativa na abundância entre os anos.

Ainda, em São José dos Pinhais foi observada uma grande variação no número de coleópteros coletados entre os anos, onde somente 22,9% foi capturado no primeiro ano, enquanto que 77,1% foi capturado durante o segundo ano de amostragens. Neste local, no período de maior atividade dos Coleoptera, onde foram registradas as maiores capturas, ou seja, de outubro a dezembro, foi verificado uma temperatura mais baixa, em média 17,9°C, no primeiro ano e pluviosidade maior, 824 mm (Anexos 3 e 6). No segundo ano, neste mesmo período, a temperatura média foi de 19,9°C e foram registrados 577,7 mm de chuva. Assim, a maior temperatura e a menor pluviosidade registradas nestes três meses deve ter contribuído para a maior captura dos coleópteros no segundo ano, o que refletiu também na abundância dos crisomelídeos coletados neste local, durante o mesmo período (Anexos 2 e 3).

Assim como para Antonina e São José dos Pinhais, em Colombo e Ponta Grossa também foram registrados maiores valores de abundância no segundo ano, locais estes onde ocorreram os menores valores de pluviosidade no segundo ano de coletas. Os demais locais apresentaram menor abundância no segundo ano, como em Jundiá do Sul. Guarapuava e Fênix demonstraram correlação significativa com a umidade relativa somente no segundo ano, a qual foi negativa, ou seja, no segundo ano a umidade foi o fator que mais influenciou, negativamente, a captura de Coleoptera.

Em todos os locais avaliados, Coleoptera apresentou padrão sazonal marcado, com as maiores capturas nos meses de primavera e verão e as menores no inverno. Tal padrão tem sido observado para vários grupos de insetos obtidos nesses locais (Marinoni & Dutra 1993, 1996; Almeida e Marinoni 2000; Marinoni & Ganho 2003; Linzmeier & Ribeiro-Costa 2008).

Dentre as variáveis abióticas, o fotoperíodo apresentou os maiores valores de correlação, sendo o mais significativo na distribuição da abundância tanto de Coleoptera como de Chrysomelidae. Esse resultado, também foi verificado por Linzmeier & Ribeiro-Costa (2008) para crisomelídeos coletados no Parque Estadual de Vila Velha e estaria refletindo o hábito alimentar do grupo, já que Chrysomelidae é essencialmente herbívoro e sua ocorrência está ligada à disponibilidade de alimento, a qual está sob influência principalmente do fotoperíodo, que determina o surgimento das diferentes fases fenológicas das plantas.

Outra variável abiótica com influência na comunidade de Coleoptera e Chrysomelidae foi a temperatura. Para Wolda (1978a), fotoperíodo e temperatura são os principais fatores que determinam as variações na abundância das espécies nas regiões temperadas, fatores esses também indicados por Marques *et al.* (2004) como os que mais se correlacionaram com os padrões fenológicos encontrados em uma floresta com Araucária no Paraná.

A umidade relativa apresentou valores de correlação em geral, um pouco mais baixos que a temperatura e, a pluviosidade não foi significativa nem para Coleoptera, nem para Chrysomelidae. Correlações negativas com a umidade relativa foram obtidas para grupos de Diptera, onde foi verificada uma diminuição na captura, provavelmente por haver uma redução da atividade de vôo quando a umidade é maior (Marinoni & Bonatto 2002; Costacurta *et al.* 2003).

De modo geral as maiores capturas ocorreram na primavera e no verão e as menores no outono e inverno. Entretanto, quando observamos o padrão sazonal de Chrysomelidae em cada um dos locais, verificamos algumas variações.

Dentre eles, Jundiaí do Sul chama a atenção por apresentar um número relativamente alto de crisomelídeos em todas as estações, mas principalmente pelo grande número coletado no outono e inverno e também por ter apresentado diferença significativa na abundância de Chrysomelidae entre os anos. Dentre os locais amostrados, este é o que se localiza em menor latitude e, em razão desta localização, apresenta um clima do tipo Cfa (clima temperado úmido com verão quente), pela classificação de Köppen, fazendo com que em Jundiaí do Sul as quatro estações não sejam bem delimitadas de modo que se resumem em um período mais quente e úmido e outro mais frio e seco.

Dessa forma é possível que o período de ocorrência dos insetos tenda a começar mais cedo e a durar mais tempo, de modo que o número de gerações (voltinismo) tende

a aumentar, pois quanto menor a latitude, maior é a estação de crescimento, ou seja, mais longo é o período de crescimento e reprodução de plantas e animais (Wolda 1988). Entretanto, ao contrário do sugerido por Wolda (1988), que em menores latitudes a pluviosidade possui maior influência na sazonalidade das espécies, tal variável não teve grande influência na sazonalidade de Coleoptera e Chrysomelidae em Jundiá do Sul.

A maior ocorrência, tanto dos indivíduos quanto das espécies de Chrysomelidae na primavera e verão observada na maioria dos locais, parece estar relacionada à disponibilidade de alimento, mas a aparente abundância de folhas em uma floresta não implica necessariamente na abundância de alimento (Wolda 1978b). Vários trabalhos têm relatado a preferência de espécies herbívoras em consumir folhas jovens (Jolivet 1988; Novotný & Basset 1998; Alonso & Herrera 2000) as quais são mais nutritivas, possuem maior porcentagem de água, maior teor de nitrogênio e menos substâncias de defesa, como taninos e resinas, comparativamente às folhas mais velhas (Wolda 1978b). Além disso, algumas espécies, principalmente de Eumolpinae, têm sido relacionadas à presença de flores (Basset & Samuelson 1996), que ocorrem em maior quantidade na primavera e verão.

Como a brotação e a florada ocorrem durante os meses mais úmidos, de setembro a dezembro na Floresta com Araucária (Marques *et al.* 2004) e estando Colombo, Ponta Grossa, Telêmaco Borba e Guarapuava inseridos nos domínios deste ecossistema da Floresta Atlântica, parece haver uma congruência nos padrões fenológicos das plantas com os picos de abundância de Chrysomelidae encontrados nesses locais. Tais locais também foram os mais similares quanto à composição de espécies (ver Capítulo I).

Porém, como as plantas não estão sujeitas apenas às variações climáticas regionais, mas também às variações ambientais locais, que influenciam seus padrões fenológicos (Marques & Oliveira 2004), mudanças nos picos de ocorrência de Chrysomelidae podem estar relacionadas às variações locais. Além disso, outro fator que pode estar influenciando a distribuição sazonal de Chrysomelidae é a competição por recursos, pois como os herbívoros possuem necessidades ecológicas similares a competição interespecífica é uma das principais causas na estruturação das comunidades (Schluter & Ricklefs 1993). Linzmeier & Ribeiro-Costa (2008) verificaram que a comunidade de Alticini (Chrysomelidae) de Vila Velha mostrou-se estruturada nas estações tendo como causa mais provável a competição.

Através da sazonalidade das espécies dominantes podemos observar que, ao contrário do padrão encontrado para Chrysomelidae em geral, onde as maiores capturas ocorreram sempre nos meses de primavera e verão, algumas espécies apresentaram picos de captura nos meses de outono e inverno. Dentre elas estão *Epitrix* sp.6 e *Syphraea* sp.4, as quais foram dominantes em Jundiaí do Sul. Estas duas espécies provavelmente foram as que mais contribuíram para o padrão observado em Jundiaí do Sul, local onde foram registradas as maiores capturas no outono. Além dessas, *G. yasmina*, dominante em Ponta Grossa, também apresentou pico de captura no outono.

A maioria das espécies parece possuir pelo menos duas gerações por ano. Para *N. prima* este padrão se mostrou bem claro, pela presença de um pico no início da primavera seguida de outro pico menor no verão. *Epitrix* sp.6 também teve dois picos bem distintos, um na primavera e o outro no inverno e *Margaridisa* sp. foi a que ocorreu em maior abundância durante o ano todo. *Dinaltica gigia*, *M. ocularis* e *Syphraea* sp.4 parecem ser multivoltinas com vários picos ocorrendo ao longo dos anos. Ao contrário, *Diphaltica* sp. e Eumolpinae sp.24 provavelmente são univoltinas sendo sua ocorrência praticamente restrita à primavera e ao verão.

*Dinaltica gigia*, *M. ocularis*, uma espécie de *Trichaltica* e uma de *Syphraea* também foram coletadas abundantemente em Ponta Grossa (Linzmeier 2005). Tais espécies apresentaram padrão sazonal muito similar aos registrados aqui, com *D. gigia* também sendo coletada ao longo dos anos e possuindo vários picos de abundância. Tal espécie pode ser especialista, tendo como hospedeira uma planta perene, e/ou pode possuir várias plantas hospedeiras, o que propiciaria sua ocorrência durante todo o ano (Linzmeier 2005). Já *M. ocularis* por ter sido coletada em quatro das cinco áreas inventariadas pode ser uma espécie generalista, não se descartando a possibilidade de se tratar de uma espécie especialista cujo alimento esteja disponível o ano todo (Linzmeier 2005).

*Trichaltica elegantula* Baly, 1876, a segunda espécie mais abundante no estudo de Linzmeier (2005) ocorreu somente de setembro a novembro. Esta espécie foi registrada posteriormente se alimentando em flores de *Allophylus edulis* (St. Hil) Radlk (Sapindaceae). Além disso, outra espécie de *Trichaltica* sp. foi registrada em flores de *Solanum sanctae-catharinae* Dunal (Solanaceae). Assim, *Trichaltica micros* também deve se alimentar de flores, porém parece ser mais generalista, já que ocorre em praticamente todos os meses, sendo mais abundante na primavera e verão.

*Syphraea* sp.4, assim como *Syphraea olga* Bechyné, 1955 (Linzmeier 2005), foi coletada praticamente durante todo o ano, apresentando as maiores capturas na primavera e verão com um pico intermediário ocorrendo no outono, ao contrário de *S. olga* que apresentou as maiores abundâncias no inverno.

Dentre os fatores abióticos analisados, a temperatura e o fotoperíodo foram as variáveis que tiveram maior correlação com a abundância das espécies, com várias delas não apresentando correlação com nenhuma das variáveis.

Além dos fatores bióticos e abióticos, as características comportamentais e biológicas de cada espécie atuam na determinação de seu padrão sazonal. Basset & Samuelson (1996), estudando uma comunidade de Chrysomelidae em Papua Nova Guiné, tentaram reconhecer o padrão sazonal de algumas espécies de Chrysomelidae em diferentes espécies de árvores. Mesmo conhecendo a identidade e a fenologia da planta, os autores não conseguiram correlacionar os picos de atividade das espécies com a fenologia da planta, as quais apresentaram picos distintos de atividade. Além disso, verificaram que as variáveis abióticas não apresentaram correlações significativas com a atividade dos crisomelídeos.

Assim, dentre os fatores que determinam o padrão sazonal das espécies, a presença, quantidade e qualidade do recurso alimentar podem ser considerados como os mais importantes. Infelizmente pouco se sabe a respeito da biologia, comportamento ou plantas hospedeiras das espécies aqui tratadas, de modo que há uma grande dificuldade em explicar os padrões encontrados. Dentre elas sabe-se apenas que várias espécies de *Epitrix* Foudras, 1859, são pragas agrícolas, que causam danos em plantações de tabaco, tomate, batata, entre outras (Gallo *et al.* 2002).

Dessa forma, para que se possa entender completamente os padrões de sazonalidade observados em regiões tropicais será necessário que estudos detalhados e razoavelmente completos sobre a biologia de insetos se tornem disponíveis (Wolda 1988).

## CONCLUSÕES

Apresenta-se pela primeira vez um estudo amplo sobre a sazonalidade de Chrysomelidae no Estado do Paraná, a partir de amostragens de oito localidades do estado, durante dois anos consecutivos.

A família apresentou padrão sazonal esperado para regiões subtropicais, com as maiores capturas na primavera e verão e as menores no outono e inverno. Como Chrysomelidae é o grupo dominante de Coleoptera em amostragens com armadilha Malaise, seu padrão sazonal reflete, em grande parte, aquele observado para Coleoptera.

Dentre as variáveis abióticas, o fotoperíodo apresentou os maiores valores de correlação e, juntamente com a temperatura e umidade relativa determinaram os padrões encontrados nos diferentes locais. Estas variáveis também determinam a disponibilidade e qualidade dos recursos alimentares, aos quais os crisomelídeos estão associados.

De modo geral, as populações de Chrysomelidae são formadas por espécies multivoltinas. No entanto, o conhecimento total dos padrões sazonais das espécies somente será possível quando o conhecimento sobre a história de vida das espécies estiver disponível.



## REFERÊNCIAS

- Almeida, G. L. & L. Marinoni. 2000. Abundância e sazonalidade das espécies de Leptoceridae (Insecta, Trichoptera) capturadas com armadilha luminosa no Estado do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** 17: 347-359.
- Alonso, C. & C. M. Herrera. 2000. Seasonal variation in leaf characteristics and food selection by larval noctuids on an evergreen Mediterranean shrub. **Acta Oecologica** 21: 257-265.
- Basset, Y. & G. A. Samuelson. 1996. Ecological characteristics of an arboreal community of Chrysomelidae in Papua New Guinea, p. 243-262. *In*: Jolivet, P. & M. L. Cox (eds). **Chrysomelidae Biology: Ecological Studies**. Academic Publishing, Amsterdam, The Netherlands. 465p.
- Becker, M. & A. J. P. Freire. 1996. Population ecology of *Gratiana spadicea* (Klug), a monophagous Cassidinae on an early successional Solanaceae in Southern Brazil, p. 271-287. *In*: Jolivet, P. & M. L. Cox (eds). **Chrysomelidae Biology: Ecological Studies**. Kluwer Academic Publ., Amsterdam, The Netherlands. 465p.
- Costa, C. 2000. Estado de conocimiento de los Coleoptera Neotropicales, p. 99-114. *In*: Martín-Piera, F.; J. J. Morrone & A. Melic (eds). **Hacia un Proyecto CYTED para el Inventario y Estimación de la Diversidad Entomológica en Iberoamérica: PRIBES-2000**, vol. 1, Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza. 326p.
- Costacurta, N. do C.; R. C. Marinoni & C. J. B. de Carvalho. 2003. Fauna de Muscidae (Diptera) em três localidades do Estado do Paraná, Brasil, capturada por armadilha armadilha Malaise. **Revista Brasileira de Entomologia** 47: 389-397.
- Fernandes, G. W.; A. S. de Paula & R. Loyola Jr. 1995. Distribuição diferencial de insetos galhadores entre habitats e seu possível uso como bioindicadores. **Vida Silvestre Neotropical** 4: 133-139.
- Gallo, D.; O. Nakano; S. S. Neto; R. P. L. Carvalho; G. C. de Baptista; E. B. Filho; J. R. P. Parra; R. A. Zucchi; S. B. Alves; J. D. Vendramim; L. C. Marchini; J. R. S. Lopes & C. Omoto. 2002. Entomologia Agrícola. Fundação de estudos agrários Luiz de Queiroz, Piracicaba, São Paulo. 920p.
- Ganho, N. G. & R. C. Marinoni. 2003. Fauna de Coleoptera no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. Abundância e riqueza das famílias capturadas através de armadilhas armadilha Malaise. **Revista Brasileira de Zoologia** 20: 727-736.

- Jolivet, P. 1988. Food habits and food selection of Chrysomelidae: Bionomic and evolutionary perspectives, p. 1-24. *In*: P. Jolivet & T. H. Hsiao (eds). **Biology of Chrysomelidae**. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 615p.
- Jolivet, P. 1992. **Insects and plants: parallel evolution and adaptations**. 2<sup>nd</sup> Edition, Sandhill Crane Press, 190p.
- Leather, S. R.; K. F. A. Walters & J. S. Bale. 1993. **The Ecology of Insect Overwintering**. Cambridge, 255 p.
- Linzmeier, A. M. 2005. Comunidade de Alticini (Newman, 1834) (Coleoptera: Chrysomelidae: Galerucinae) em áreas com diferentes tipos de manejo e níveis de preservação vegetal na Floresta com Araucária do Paraná, Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. 86p.
- Linzmeier, A. M.; C. S. Ribeiro-Costa & R. C. Marinoni. 2006. Fauna de Alticini (Newman) (Coleoptera, Chrysomelidae, Galerucinae) em diferentes estágios sucessionais na Floresta com Araucária do Paraná, Brasil: diversidade e estimativa de riqueza de espécies. **Revista Brasileira de Entomologia** 50: 101-109.
- Linzmeier, A. M. & C. S. Ribeiro-Costa. 2008. Seasonality and temporal structuration of Alticini community (Coleoptera, Chrysomelidae, Galerucinae) in the Araucaria Forest of Parana, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia** 52: 289-295.
- Marinoni, R. C. & R. R. Dutra. 1993. Levantamento da fauna entomológica no Estado do Paraná. I. Introdução. Situações climática e florística de oito pontos de coleta. Dados faunísticos de agosto de 1986 a julho de 1987. **Revista Brasileira de Zoologia** 8: 31-73.
- Marinoni, L. & S. R. Bonatto. 2002. Sazonalidade de três espécies de Syrphidae (Insecta, Diptera) capturadas com armadilha armadilha Malaise no Estado do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** 19: 95-104.
- Marinoni, R. C. & R. R. Dutra. 1996. Levantamento da fauna entomológica no Estado do Paraná. II. Ctenuchidae (Lepidoptera). **Revista Brasileira de Zoologia** 13: 435-461.
- Marinoni, R. C. & R. R. Dutra. 1997. Famílias de Coleoptera capturadas com armadilha armadilha Malaise em oito localidades do Estado do Paraná, Brasil. Diversidade alfa e beta. **Revista Brasileira de Zoologia** 14: 751-770.
- Marinoni, R. C. & N. G. Ganho. 2003. Sazonalidade de *Nyssodrysinia lignaria* (Bates) (Coleoptera, Cerambycidae, Lamiinae), no Estado do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** 20: 141-152.

- Marques, M. C. M. & P. E. A. M. Oliveira. 2004. Fenologia de espécies do dossel e do sub-bosque de duas Florestas de Restinga na Ilha do Mel, sul do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** **27**: 713-723.
- Marques, M. C. M.; J. J. Roper & A. P. B. Salvalaggio. 2004. Phenological patterns among plant life-forms in a subtropical forest in southern Brazil. **Plant Ecology** **173**: 203-213.
- Novotný, V. & Y. Basset. 1998. Seasonality of sap-sucking insects (Auchenorrhyncha, Hemiptera) feeding on *Ficus* (Moraceae) in a lowland rain forest in New Guinea. **Oecologia** **115**: 514-522.
- Schluter, D. & R. E. Ricklefs. 1993. Species diversity: an introduction to the problem, p. 1-10. *In*: R. E. Ricklefs & D. Schluter (eds). **Species diversity in ecological communities: historical and geographical perspectives**. Chicago, University of Chicago Press. 414 p.
- StatSoft, Inc. 2007. STATISTICA (data analysis software system), version 8.0. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com). Acessado em setembro/2008.
- Tauber, N. J.; C. A. Tauber & S. Masaki. 1986. **Seasonal adaptations of insects**. New York, Oxford University Press. 411 p.
- Wolda, H. 1978a. Fluctuations in abundance of tropical insects. **The American Naturalist** **112**: 1017-1045.
- Wolda, H. 1978b. Seasonal fluctuations in rainfall, food and abundance of tropical insects. **Journal of Animal Ecology** **47**: 369-381.
- Wolda, H. 1979. Seasonality parameters for insect populations. **Researches on Population Ecology** **20**: 247-256.
- Wolda, H. 1988. Insect seasonality: why? **Annual Review of Ecology & Systematic** **19**: 1-18.

## **CAPÍTULO III**

### **Distribuição da Abundância e Avaliação do Tamanho Corporal de Chrysomelidae (Coleoptera) em Áreas com Diferentes Níveis de Sucessão em Ponta Grossa, Paraná, Brasil**

## INTRODUÇÃO

Aproximadamente 45% de todas as espécies de insetos são herbívoras (Frenzel & Brandl 2001) e dentre estas, Chrysomelidae se destaca com aproximadamente 37.000 espécies descritas (Costa 2000).

Dentre as características dos organismos, o tamanho está correlacionado a várias características morfológicas, fisiológicas, comportamentais e ecológicas, tais como capacidade de dispersão, eficiência metabólica e digestiva, taxa reprodutiva, tempo de geração, como também à abundância das espécies (Siemann *et al.* 1999; Brown 2003; White *et al.* 2007). Vários estudos, realizados principalmente com vertebrados no hemisfério norte, têm explorado o significado ecológico do tamanho corporal (Krüger & McGavin 2000).

Damuth (1981, 1991) ao estudar vários grupos taxonômicos animais mostrou que o coeficiente de regressão da relação entre tamanho corporal (T) e densidade populacional (D) é de aproximadamente -0,75 ( $D \propto T^{-0,75}$ ). Como o tamanho varia com a taxa metabólica (M) a uma taxa de 0,75 ( $M \propto T^{0,75}$ ) é esperado que os requerimentos energéticos sejam independentes do tamanho corporal ( $DM \propto T^{0,75} T^{-0,75} = T^0$ ), já que estes seriam compensados pela densidade populacional. Este resultado levou-o a concluir que espécies de diferentes tamanhos na comunidade utilizam aproximadamente a mesma quantidade de energia, a regra denominada “Regra de Equivalência Energética” (Energetic Equivalence Rule, EER) (Nee *et al.* 1991).

A relação entre tamanho corporal e abundância é uma ligação essencial entre as características ao nível individual e populacional das espécies e a estrutura e dinâmica das comunidades (Woodward *et al.* 2005). Segundo White *et al.* (2007), existem quatro relações distintas, porém, interrelacionadas entre tamanho corporal e abundância, as quais são geradas por uma diferente combinação de processos e são freqüentemente confundidas na literatura. São elas: i) LSDR (Local size-density relationships) a qual reflete processos que influenciam a alocação de recursos entre as espécies; ii) ISD (Individual size distributions) que resulta de processos que governam a distribuição do tamanho dos indivíduos; iii) CCSR (Cross-community scaling relationships) é gerada por características gerais como limitação de recursos na comunidade como um todo; e iv) GSDR (Global size-density relationships) a qual reflete a atuação de processos ecológicos e evolutivos a grandes escalas espaço-temporais. No contexto deste trabalho, somente as duas primeiras relações podem ser aplicadas, já que a terceira é mais

utilizada em estudos com organismos sésseis e a quarta necessita de dados em uma escala geográfica mais ampla e geralmente de um número maior de grupos.

Ainda existe muita controvérsia a respeito da forma do relacionamento entre tamanho e abundância e de suas implicações ecológicas e evolutivas, de modo que entender como o tamanho, tanto das espécies como dos indivíduos, está distribuído é o primeiro passo para elucidar os fatores que estruturam as comunidades (Blackburn & Gaston 1994, 1997). Para Hutchinson & MacArthur (1959), dentro de um táxon, existem mais espécies de tamanho intermediário que espécies muito grandes ou muito pequenas, pois estas seriam relativamente mais especializadas e utilizariam melhor os recursos, já que teriam um maior número de nichos disponíveis. De acordo com Blackburn & Gaston (1997) três diferentes padrões de distribuição podem ser encontrados, os quais são caracterizados como linear negativo, negativo não linear e poligonal. Para White *et al.* (2007) os padrões de distribuição podem ser monotônico decrescente, unimodal ou multimodal.

Assim, um dos objetivos deste capítulo é analisar a relação entre tamanho corporal e abundância e entre o tamanho e a riqueza de uma comunidade de Chrysomelidae, buscando verificar como estas variáveis estão relacionadas. Dentro deste contexto estaremos testando as duas relações aplicáveis a este trabalho, propostas por White *et al.* (2007), a distribuição dos tamanhos dos indivíduos (ISD), independente da identidade das espécies, e a relação entre tamanho e densidade em escala local (LSDR).

Outro aspecto a respeito do tamanho corporal que tem sido amplamente discutido na literatura é a sua utilização na avaliação de qualidade ambiental. De modo geral, a riqueza e a abundância são as variáveis mais utilizadas não apenas para se medir a diversidade, mas também para se avaliar a qualidade ambiental de áreas em diferentes níveis sucessionais (Linzmeier *et al.* 2006; Linzmeier & Ribeiro-Costa no prelo). Pesquisas vêm demonstrando que o tipo de habitat, nível de manejo, de sucessão e de degradação tem grande influência sobre o tamanho corporal dos insetos. Em estudos realizados principalmente com Carabidae, foi verificado que em áreas mais degradadas e em estágios iniciais de sucessão, estes insetos apresentam menor tamanho corporal (Blake *et al.* 1994; Brändle *et al.* 2000; Gaucherel *et al.* 2007). Ao contrário, Siemann *et al.* (1999) analisando a dinâmica dos artrópodos em áreas em diferentes estágios de sucessão, verificaram que o tamanho dos insetos herbívoros diminuiu significativamente com o aumento da idade da área. Braun *et al.* (2004) estudando Carabidae, grupo

predador, também encontrou tamanhos menores em áreas em estágios mais avançados de sucessão.

Muitas características dos organismos são correlacionadas com o tamanho do corpo dos animais, mas especialmente a história de vida, habilidade de dispersão e a eficiência e especialização alimentar, estão ligadas à sucessão, de modo que mudanças no tamanho dos organismos durante a sucessão vegetal podem ser um importante indicador de mudanças ambientais (Siemann *et al.* 1999).

Considerando o acima exposto e tendo em vista os dados conflitantes da literatura a respeito da relação do tamanho corporal e nível de conservação das áreas, o outro objetivo deste trabalho é verificar se existe variação no tamanho corporal de Chrysomelidae e como esta variação se comporta em áreas em diferentes níveis de sucessão, após terem sido modificadas por diferentes tipos de ação antrópica.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Local e metodologia de coleta**

Neste estudo, foram utilizados dados provenientes do projeto Vila Velha (PROVIVE), que foi desenvolvido no Parque Estadual de Vila Velha (25°13'5,0''S, 50°2'26,9''W) de setembro/1999 a agosto/2001. Este parque é uma Unidade de Conservação do estado do Paraná que compreende uma área de 3.122ha onde predominam campos naturais (estepe gramíneo-lenhosa) (Ziller 2000) e, associados à estes se encontra a Floresta Ombrófila Mista com diferentes níveis de interferência antrópica. Está localizado no município de Ponta Grossa, junto à Rodovia do Café, BR 376, Km 83, a 880 metros de altitude.

Das cinco áreas amostradas durante o projeto PROVIVE, inseridas neste estudo foi utilizado material de quatro áreas, sendo uma área de Borda e três que apresentavam níveis crescentes de sucessão vegetal, Fase 1, Fase 2 e Fase 3.

Abaixo segue uma breve descrição dessas áreas. Para maiores detalhes ver Ganho & Marinoni (2003).

Borda: área de transição entre vegetação arbórea em estágio intermediário de sucessão e área de campo, mantido por roçada.

Fase 1: área com cerca de 15ha, anteriormente utilizada para culturas agrícolas sazonais, como milho e feijão, em processo de regeneração natural desde 1984. Encontra-se numa fase inicial a intermediária de sucessão vegetal.

Fase 2: floresta primária, alterada pela retirada de várias essências vegetais como araucárias, imbuías, canelas diversas e algumas mirtáceas. A sucessão vegetal encontra-se em estágio intermediário a avançado.

Fase 3: floresta primária alterada por cortes seletivos. É a mais bem preservada de todas, apresentando uma flora muito parecida com a da área Fase 2, porém com maior densidade de araucárias, epífitas e lianas.

Em cada área foi instalada uma armadilha Malaise, sendo o material retirado semanalmente de setembro de 1999 a agosto de 2001.

Os coleópteros foram montados e etiquetados e, os crisomelídeos identificados ao menor nível taxonômico possível, com base em bibliografia pertinente e por comparação com material já identificado de coleções (ver Capítulo I). O material



encontra-se depositado na Coleção de Entomologia Pe. J. S. Moure do Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná.

### **Mensurações**

Todas as espécies de Chrysomelidae coletadas em cada uma das áreas foram medidas. O tamanho foi considerado como sendo o comprimento total do espécime, desde a região anterior da cabeça (excluindo as antenas) até o ápice do abdômen ou élitro (Morse *et al.* 1988). Para isso foram medidos individualmente a cabeça (vértice ao ápice do labro, em vista frontal), o pronoto (região central, em vista dorsal) e o élitro/abdômen (margem sutural, em vista dorsal). As três medidas foram somadas, gerando assim o comprimento total de cada exemplar. As medições foram realizadas com o auxílio de ocular micrométrica adaptada a estereomicroscópio Wild-M5.

De acordo com Morse *et al.* (1988), o comprimento da maioria das espécies de besouros varia pouco, com a diferença entre o maior e o menor exemplar não sendo superior a 10%. Dessa forma, seguindo a metodologia proposta por estes autores, foram mensurados no máximo dez exemplares de cada espécie em cada área ou todos os exemplares para aquelas espécies representadas por menos de dez indivíduos.

### **Análise dos dados**

Os valores relativos ao comprimento foram agrupados dentro de classes estabelecidas arbitrariamente (classe 1: 1,0 a 2,99mm; classe 2: 3,0 a 4,99mm; classe 3: 5,0 a 6,99mm e assim sucessivamente) e ajustadas em escala logarítmica, seguindo Morse *et al.* 1988), para Chrysomelidae em geral e para cada uma das áreas analisadas. Para verificar a distribuição de abundância dos indivíduos, não foi levada em consideração a identidade das espécies, de modo que uma espécie pode conter indivíduos em mais de uma classe de tamanho. Quanto à distribuição das espécies, foi utilizado o tamanho médio de cada espécie.

Foram realizadas análises de correlação entre as classes de tamanho e a abundância e entre as classes de tamanho e a riqueza.

Buscando verificar qual a influência do tamanho corporal na abundância de Chrysomelidae, foi realizada uma análise de regressão tendo como variável dependente a abundância de cada espécie e como variável independente seu tamanho médio. O

coeficiente angular obtido foi comparado visualmente ao proposto por Damuth (1981) de  $b = -0,75$ . Esta análise foi realizada para cada uma das áreas separadamente e para todos os Chrysomelidae.

Com o objetivo de verificar se existe diferença no tamanho corporal da comunidade de Chrysomelidae em cada uma das áreas, foi realizada a Análise de Variância com 5% de significância, utilizando todos os valores medidos. Esta mesma análise foi realizada somente com as espécies comuns a todas as áreas, ou seja, aquelas coletadas em todas as áreas. Além disso, a análise de variância foi utilizada para verificar se o tamanho das espécies varia em áreas com diferentes níveis de sucessão. Para isso, foram selecionadas as espécies que ocorreram em pelo menos duas áreas e que possuíam no mínimo seis exemplares coletados. Cada espécie foi analisada separadamente, totalizando 15 espécies que atenderam a estes pré-requisitos.

A normalidade dos dados foi previamente testada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov e os dados log transformados. As análises foram realizadas no programa STATISTICA 8.0 (StatSoft. Inc. 2007).

## RESULTADOS

No total foram mensurados 1.217 exemplares de Chrysomelidae pertencentes a um total de 254 espécies, distribuídos de forma diferente nas áreas (Tabela II).

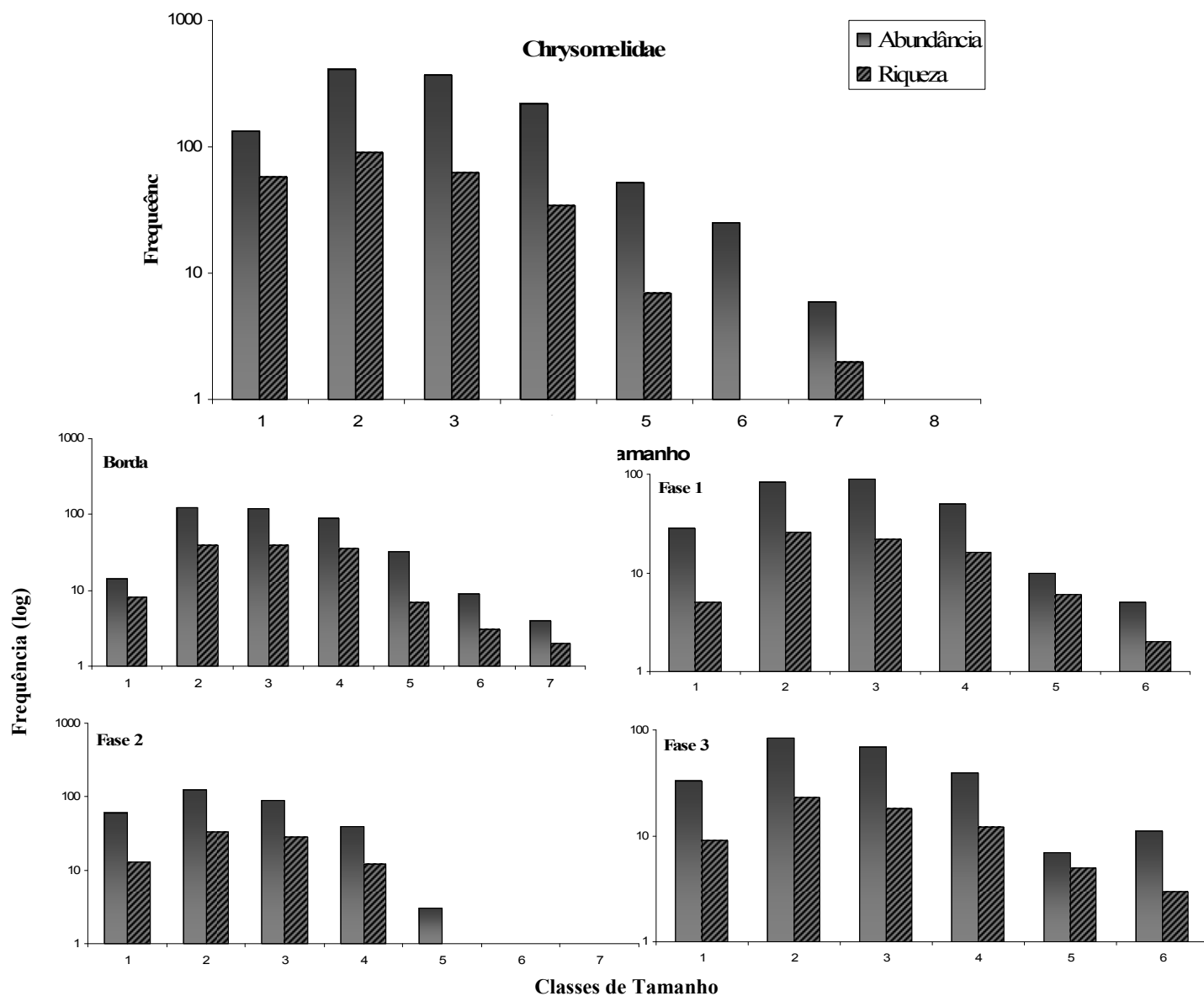
Observando-se o histograma de classes de tamanho para Chrysomelidae verifica-se uma tendência de diminuição no tamanho com o aumento da abundância (Fig. 1), de modo que o padrão de distribuição da abundância de Chrysomelidae é do tipo poligonal com uma cauda para a direita. O mesmo padrão foi verificado para a distribuição do número de espécies. As maiores frequências, tanto da abundância quanto da riqueza ocorreram na classe 2, onde os crisomelídeos medem entre 3 e 4,99 mm.

Quando se observa a distribuição da abundância em cada uma das áreas, também se verifica uma tendência de diminuição no tamanho com o aumento da abundância (Fig. 1), com as maiores frequências ocorrendo na classe 2. Entretanto na área Fase 1 foi registrado maior frequência na abundância de Chrysomelidae na classe de tamanho 3, de 5 a 6,99 mm e na área Fase 3, ao contrário das demais foi a que apresentou maior abundância na classe 6, de 11 a 12,99 mm (Fig. 1). Quanto ao tamanho das espécies, esta seguiu o padrão de distribuição da abundância, com maior número de espécies ocorrendo nas menores classes de tamanho. Na área de Borda foi verificado o mesmo número de espécies nas classes 2 e 3.

Em todas as áreas houve correlação negativa entre o tamanho corporal e a abundância e entre o tamanho corporal e a riqueza, mas somente nas áreas Fase 1 e Fase 2 tais correlações foram significativas (Tabela I).

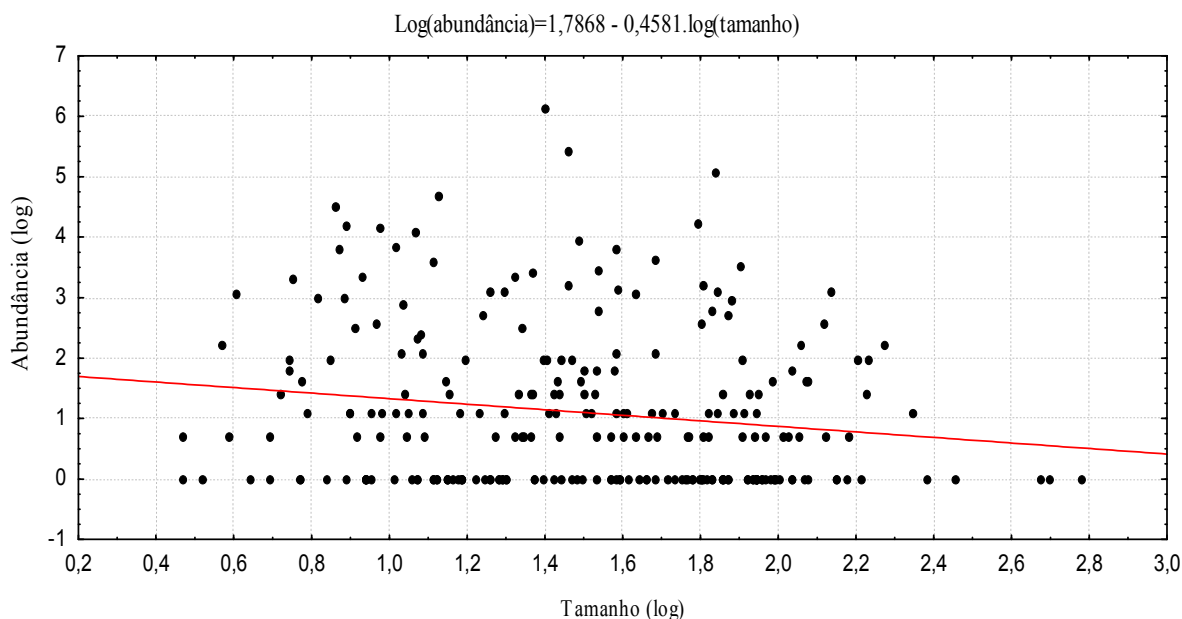
**Tabela I.** Correlação entre as classes de tamanho e abundância (N) e entre as classes de tamanho e riqueza (S) de Chrysomelidae, coletados com armadilha Malaise em quatro áreas com diferentes níveis de conservação, em Ponta Grossa, Paraná. Valores seguidos de \* apresentaram correlação significativa ( $p < 0,05$ ).

Classes de tamanho	N	S
<b>Borda</b>	-0,47	-0,49
<b>Fase 1</b>	-0,70*	-0,67*
<b>Fase 2</b>	-0,67*	-0,64*
<b>Fase 3</b>	-0,53	-0,52



**Fig. 1.** Distribuição da abundancia e da riqueza de Chrysomelidae total e em cada uma das áreas com diferentes níveis de conservação, em Ponta Grossa, Paraná.

Ao estudar qual a influência do tamanho corporal na abundância foi possível verificar que, somente quando os dados de todas as áreas foram agrupados, o modelo foi significativo ( $b = -0,46$ ;  $r = 0,16$ ;  $p < 0,01$ ) (Fig. 2). Mesmo assim, o tamanho corporal explicou somente 2,56% da abundância de Chrysomelidae. Além disso, o valor do coeficiente angular foi de -0,46, superior aquele sugerido por Damut (1981, 1991).



**Fig. 2.** Relação entre tamanho corporal (log) e abundância (log) de Chrysomelidae, coletados com armadilha Malaise em quatro áreas com diferentes níveis de conservação em Ponta Grossa, Paraná (círculos fechados = dados observados; linha = modelo linear ajustado).

A área de Borda, que é um ecótono entre floresta com Araucária e campo e que sofre maior interferência antrópica, foi o local onde as espécies apresentaram maior tamanho corporal, em média 6,23 mm, sendo a única área que apresentou a classe de tamanho 7, com crisomelídeos medindo entre 13 e 15mm. Ao contrário a área Fase 2, em estágio intermediário de sucessão, apresentou o menor tamanho, em média, 4,75mm, sendo que o tamanho máximo ocorreu na classe 5.

Houve uma diminuição significativa ( $F_{3, 1213} = 28,7$ ;  $p < 0,05$ ) no tamanho corporal dos crisomelídeos das áreas menos conservadas, Borda e Fase 1, para a área Fase 2 (Tabela II). Entretanto, na área Fase 3, a que se encontra em melhor nível de conservação, o tamanho aumentou significativamente em relação a área Fase 2 e não diferiu significativamente da área Fase 1. Não houve diferença no tamanho corporal da comunidade de Chrysomelidae quando analisadas somente as espécies comuns a todas as áreas.

**Tabela II.** Tamanho corporal (mm) (média  $\pm$   $\sigma$ ) da comunidade de Chrysomelidae coletada com armadilha Malaise em quatro áreas com diferentes níveis de conservação em Ponta Grossa, Paraná. Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente ( $p < 0,05$ ). (n) número de exemplares mensurados e (S) riqueza.

	Tamanho corporal	n	S
<b>Borda</b>	6,23 $\pm$ 2,42a	391	134
<b>Fase 1</b>	5,63 $\pm$ 2,86b	267	78
<b>Fase 2</b>	4,75 $\pm$ 1,94c	317	88
<b>Fase 3</b>	5,38 $\pm$ 2,50b	242	70

Ao verificar se espécies comuns a pelo menos duas das áreas estudadas apresentaram variação no tamanho corporal, constatou-se que houve variação no tamanho das espécies de Chrysomelidae entre as áreas (Tabela III). Das 15 espécies analisadas, oito apresentaram aumento no tamanho corporal de uma área menos conservada para uma mais conservada, mas para somente duas delas, *Trichaltica elegantula* Baly, 1876 e *Hispini* sp.9, este aumento foi significativo. Quatro espécies apresentaram diminuição no tamanho corporal de uma área menos conservada para uma mais conservada, mas em nenhuma esta diferença foi significativa. As espécies *Acanthonycha costatipennis* Jacoby, 1905 e *Eumolpinae* sp.1 apresentaram um aumento significativo no tamanho corporal da área de Borda para uma área intermediária de sucessão, seguido de uma diminuição significativa no tamanho na área mais conservada, Fase 3, em relação a Borda.

**Tabela III.** Tamanho corporal (mm) (média  $\pm$   $\sigma$ ) das espécies de Chrysomelidae comuns a pelo menos duas das quatro áreas com diferentes níveis de conservação em Ponta Grossa, Paraná e que possuem ao menos seis exemplares coletados. Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem significativamente ( $p < 0,05$ ).

	Borda	Fase 1	Fase 2	Fase 3
<b><i>Acanthonycha chloroptera</i></b>		5,19 $\pm$ 0,80a	5,65 $\pm$ 0,46a	
<i>Acanthonycha costatipennis</i>	4,96 $\pm$ 0,72a		5,84 $\pm$ 0,28b	5,07 $\pm$ 0,59b
<i>Dinaltica gigia</i>		5,15 $\pm$ 0,31a	4,89 $\pm$ 0,29a	
<i>Heikertingerella ferruginea</i>	3,74 $\pm$ 0,36a		3,68 $\pm$ 0,21a	3,78 $\pm$ 0,16a
<i>Monoplatus ocularis</i>	3,92 $\pm$ 0,25a	3,82 $\pm$ 0,22a	3,72 $\pm$ 0,14a	
<i>Neothona prima</i>		2,20 $\pm$ 0,13a	2,33 $\pm$ 0,11a	
<i>Omophoita octogutata</i>	10,11 $\pm$ 0,77a	10,41 $\pm$ 0,62a		
<i>Phyllotrupes violaceomaculatus</i>		7,80 $\pm$ 0,52a	7,96 $\pm$ 0,64a	
<i>Trichaltica elegantula</i>			2,40 $\pm$ 0,18a	2,65 $\pm$ 0,15b
Hispidini sp.7		6,90 $\pm$ 0,44a		7,04 $\pm$ 0,41a
Hispidini sp.9	5,97 $\pm$ 0,30a	6,25 $\pm$ 0,19b		
Eumolpinae sp.1	5,00 $\pm$ 0,40a	5,80 $\pm$ 0,31b		5,47 $\pm$ 0,25b
Eumolpinae sp.6	4,88 $\pm$ 0,33a		5,05 $\pm$ 0,40a	
Eumolpinae sp.14	8,29 $\pm$ 0,52a			8,22 $\pm$ 0,53a
Eumolpinae sp.15		7,73 $\pm$ 0,49a	7,63 $\pm$ 0,55a	7,33 $\pm$ 0,58a

## DISCUSSÃO

As maiores frequências, tanto em se tratando da abundância, quanto da riqueza de Chrysomelidae, foram registradas nas menores classes de tamanho, de modo que o maior número de espécies e espécimens de Chrysomelidae possui entre 3 e 4,99 mm (Fig. 1).

Basset & Samuelson (1996), estudando uma comunidade arbórea de Chrysomelidae em Papua Nova Guiné verificaram que a maioria das espécies coletadas possuía entre 2,8 e 3,3 mm. Pinheiro *et al.* (1998) estudando uma comunidade de Coleoptera do Cerrado também verificaram que o maior número de espécies, assim como as maiores abundâncias, ocorreram nas classes de tamanho menores que 5 mm. Neste mesmo estudo os autores verificaram que Chrysomelidae foi a família mais rica e abundante, de modo que tais resultados parecem ser semelhantes aos aqui obtidos, ou seja, mesmo utilizando outro tipo de coleta, no caso coleta ativa com rede de varredura, Chrysomelidae foi a família mais diversa e o tamanho corporal mais frequentemente encontrado foi o mesmo, entre 3 e 4,99 mm. Além disso, também obtiveram correlação negativa entre o tamanho corporal e a abundância e entre o tamanho corporal e a riqueza para os Coleoptera.

Chrysomelidae apresentou uma distribuição de abundância poligonal. Resultado semelhante foi obtido por Krüger & McGavin (2000), analisando uma comunidade local de insetos coletados em *Acacia*, os quais também encontraram uma relação negativa entre tamanho e abundância. De fato, segundo Blackburn & Gaston (1997) os padrões de distribuição de abundância são fortemente influenciados pela escala de estudo. As relações poligonais usualmente são obtidas quando áreas únicas são amostradas buscando estimar a abundância de todas as espécies de um determinado táxon que ali ocorrem, geralmente utilizando um único e consistente método. Ao contrário, as relações lineares negativas são obtidas a partir de dados compilados de uma grande variedade de trabalhos publicados, os quais tratam geralmente de uma ou poucas espécies que ocupam amplas áreas geográficas e cuja densidade é estimada através de uma vasta gama de metodologias. Tais padrões, segundo os autores, não são mutuamente exclusivos e podem indicar uma relação mais clara entre abundância e tamanho corporal em diferentes escalas espaciais.

Para Morse *et al.* (1985) a relação inversa entre tamanho e abundância, principalmente para insetos herbívoros, estaria ligada à estrutura fractal das plantas.



A teoria fractal prediz que a área ou comprimento se torna desproporcionalmente maior com a diminuição da unidade de medida. Assim, a consequência da natureza fractal do ambiente para a distribuição do tamanho corporal das espécies se dá devido à existência de um maior espaço útil para animais pequenos, de modo que as espécies de tamanho menor deveriam ser mais representadas na natureza, já que poderiam subdividir o habitat e coexistir em maior número. Porém, a estrutura fractal do ambiente não pode por si só explicar a forma da distribuição do tamanho, já que nem sempre a menor classe de tamanho é a mais numerosa, mas este pode ser um mecanismo que também está atuando para definir a forma da distribuição (Kozlowski & Gawleyk 2002). Embora o padrão de distribuição da abundância de Chrysomelidae esteja de acordo aos encontrados para outras comunidades locais de insetos, sua explicação em termos de processos ecológicos envolvidos é complexa, não sendo possível ser resumida a uma simples relação de causa e efeito.

Pelo modelo de regressão foi possível verificar que o tamanho explicou pouco da variação da abundância, somente 2,56% de modo que outras variáveis tais como, disponibilidade e qualidade do recurso alimentar, presença de predadores/parasitóides, competição intra e interespecífica e fatores climáticos, devem ter maior influência na abundância deste grupo. Vários autores têm verificado que o tamanho corporal é um fraco preditor das densidades populacionais em escala local (Morse *et al.* 1988; Blackburn *et al.* 1993; Blackburn & Gaston 1997; White *et al.* 2007). Além disso, os dados aqui apresentados não suportaram a regra de equivalência energética (EER) já que o coeficiente angular obtido ( $b = -0,46$ ) foi maior que  $-0,75$ , indicando que espécies de maior tamanho utilizam a maior parte dos recursos disponíveis. Brown & Maurer (1986) também evidenciaram que as maiores abundâncias das espécies de pequeno porte não são suficientes para compensar suas baixas taxas de uso energético por indivíduo.

Deve ser salientado que a validade da EER é muito discutida, pois Damut (1981) ao tê-la elaborado utilizou dados compilados da literatura de espécies amplamente coletadas e distribuídas. Assim, segundo White *et al.* (2007) dados em escala local não podem ser utilizados, já que estes formariam uma pequena porção daquela necessária para testá-la e apenas os limites superiores de sua distribuição seriam englobados. A EER determina padrões globais, os quais não são estritamente ecológicos, mas possuem um importante componente evolutivo, já os processos em escalas locais são mais

influenciados pela divisão de recursos dentro da comunidade (Allen *et al.* 2006; White *et al.* 2007).

Houve uma tendência de diminuição do tamanho corporal de Chrysomelidae das áreas mais degradadas para as menos degradadas (Tabela II). Entretanto, a definição de um padrão ainda não parece totalmente esclarecido, devido ao aumento significativo do tamanho evidenciado na área mais conservada, Fase 3. O fato das áreas Fase 1 e Fase 3 terem seus tamanhos máximos ocorrendo na classe 6, provavelmente faz com que não apresentassem diferença significativa.

Existem mudanças no ambiente que favorecem diferentes grupos de espécies em diferentes estágios da sucessão. A troca entre eficiência e especialização seria a explicação para a diminuição no tamanho do corpo dos herbívoros durante a sucessão (Siemann *et al.* 1999). Em estágios iniciais de sucessão, as plantas possuem poucas defesas, altas taxas de crescimento e uma baixa proporção de carbono e nitrogênio nos tecidos (Tilman 1990). Como animais grandes possuem maior eficiência na digestão e absorção devido ao maior comprimento do intestino, ao maior tempo de retenção do alimento e uma maior eficiência metabólica, herbívoros grandes podem ser mais eficientes que os herbívoros pequenos em estágios iniciais de sucessão. Em estágios avançados de sucessão, as plantas são menos palatáveis, possuem menores taxas de crescimento e alta proporção carbono e nitrogênio nos tecidos. Como espécies pequenas podem perceber grandes níveis de heterogeneidade, herbívoros pequenos podem ser mais capazes a se especializarem em determinadas plantas ou partes de plantas, como brotos ou células de floema, os quais possuem melhor qualidade nutricional, sobrepondo assim, os herbívoros grandes e eficientes (Siemann *et al.* 1999). Siemann *et al.* (1999) estudaram a dinâmica dos artrópodos em áreas em sucessão e verificaram que, dentre as guildas analisadas (parasitas, predadores, herbívoros e detritívoros), somente os herbívoros apresentaram uma diminuição significativa no tamanho corporal com o aumento da idade da área.

Braun *et al.* (2004) também encontraram tamanhos corporais maiores em áreas mais degradadas. Estes autores estudaram a fauna de Carabidae, em áreas em regeneração após o fechamento de uma fábrica de fertilizantes na Alemanha e verificaram uma diminuição significativa no tamanho dos Carabidae com o aumento da sucessão das áreas. Segundo eles, antes do fechamento da fábrica existiam poucas espécies de herbívoros, os quais eram generalistas e grandes, portanto presas de Carabidae grandes. Com o fechamento da fábrica, houve uma redução da poluição local,

possibilitando uma recomposição da vegetação. Assim, com o aumentando da produção primária, houve um aumento na imigração de herbívoros ampliando a disponibilidade de alimento para os Carabidae. Além disso, os autores sugerem que a estrutura do habitat também deve ter influenciado o tamanho corporal dos Carabidae, interferindo na eficiência de forrageamento. Estágios iniciais de sucessão e áreas mais abertas favoreceriam espécies grandes que são mais eficientes em percorrer grandes distâncias. Já em estágios mais avançados de sucessão, com uma vegetação mais densa, espécies pequenas e mais ágeis podem ser favorecidas.

Outros trabalhos, entretanto, têm encontrado resultados opostos aos acima descritos. Blake *et al.* (1994), estudando o efeito do tipo de habitat e das práticas de manejo sobre a fauna de Carabidae, verificaram que, tanto o tipo de habitat quanto o nível de manejo tiveram grande influência sobre o tamanho dos Carabidae, de modo que em áreas mais perturbadas os insetos apresentaram tamanho menor. Brändle *et al.* (2000) verificaram que em áreas em sucessão após mineração, houve dominância de espécies de Carabidae macrópteras, de tamanho pequeno, em estágios iniciais e de espécies braquípteras, com tamanho maior, em estágios avançados de sucessão. Gaucherel *et al.* (2007), também estudando Carabidae, verificaram que a intensificação da agricultura tem maior impacto sobre as espécies de tamanho grande, de modo que em áreas mais perturbadas predominam espécies de tamanho pequeno.

Como os resultados encontrados por esses trabalhos são opostos aos nossos e, principalmente, não tratam de insetos herbívoros, mas sim de um grupo predador, verifica-se que a troca entre eficiência e especialização, proposta por Siemann *et al.* (1999), parece ser a explicação mais coerente para a diminuição no tamanho corporal de Chrysomelidae em áreas mais preservadas, pelo menos para este conjunto de dados.

Dentre as 15 espécies analisadas somente quatro apresentaram variações significativas no tamanho entre as diferentes áreas, de modo que não foi possível estabelecer um padrão consistente entre tamanho corporal e nível sucessional, quando analisadas as espécies separadamente. Entretanto, informações interessantes foram observadas. Por exemplo, ao contrário do verificado para toda a comunidade de Chrysomelidae, onde a área de Borda apresentou o maior tamanho corporal médio, para as três espécies (*A. costatipennis*, Hispini sp. 09 e Eumolpinae sp.1) que apresentaram diferenças significativas no tamanho entre as áreas, a área de Borda foi o local onde estas espécies apresentaram o menor tamanho corporal. Tais espécies não contribuíram

na explicação do padrão encontrado para Chrysomelidae, não sendo possível determinar quais as espécies que mais influenciaram tal padrão.

## CONCLUSÕES

Chrysomelidae, grupo essencialmente fitófago, apresentou uma tendência de diminuição no tamanho corporal com o aumento da abundância, evidenciando uma relação poligonal negativa. Além disso, um maior número de espécies ocorreu nas menores classes de tamanho com, a maioria dos crisomelídeos coletados pela armadilha Malaise, que variaram de 1 a 15 mm de comprimento, medindo entre 3 e 4,99 mm.

Os resultados aqui apresentados parecem seguir o padrão encontrado para vários grupos animais, onde o tamanho corporal é um ineficiente preditor da abundância, de modo que outros fatores como disponibilidade de alimento, eficiência metabólica, especificidade a plantas hospedeiras e/ou partes da planta, predação, parasitismo e clima devem atuar mais na comunidade de Chrysomelidae determinando o tamanho populacional das espécies, que o tamanho corporal.

Neste trabalho, foi evidenciada uma mudança no tamanho corporal das comunidades de Chrysomelidae, em áreas que apresentam características florísticas distintas por estarem em diferentes níveis de preservação. Houve uma tendência de diminuição do tamanho corporal das áreas mais degradadas para as menos degradadas, com a área de Borda, que representa um ecótono e sofre maior interferência antrópica, apresentando os maiores tamanhos. Entretanto, a definição de um padrão nas áreas em sucessão, ainda não parece totalmente esclarecido devido ao aumento significativo do tamanho na área mais conservada em relação a área em estágio intermediário de sucessão.

A característica fractal dos ambientes, e principalmente das plantas, pode ser um dos mecanismos atuantes nas comunidades de Chrysomelidae, e que explicaria a maior riqueza e abundância deste grupo nas menores classes de tamanho, porém não deve ser considerada a única explicação, mas outros fatores, como os acima citados, devem estar interferindo nos processos ecológicos que geram tais padrões.

Além disso, os resultados podem ter sido influenciados pelo método amostral utilizado, de modo que o uso de diferentes métodos de coleta pode contribuir para gerar resultados mais consistentes a respeito da comunidade de Chrysomelidae como um todo, mesmo não sendo tão eficientes quanto ao número de exemplares capturados.

## REFERÊNCIAS

- Allen, C. R.; A. S. Garmestani; T. D. Havlicek; P. A. Marquet; G. D. Peterson & C. Restrepo. 2006. patterns in body mass distributions: shifting among alternative hypotheses. **Ecology Letters** **9**: 630-643.
- Basset, Y. & G. A. Samuelson. 1996. Ecological characteristics of an arboreal community of Chrysomelidae in Papua New Guinea, p. 243-262. *In*: Jolivet, P. & M. L. Cox (eds). **Chrysomelidae Biology: Ecological Studies**. Academic Publishing, Amsterdam, The Netherlands. 465p.
- Blackburn, T. M.; V. K. Brown; B. M. Doube; J. J. D. Greenwood; J. H. Lawton & N. E. Stork. 1993. The relationship between abundance and body size in natural animal assemblages. **Journal of Animal Ecology** **62**: 519-528.
- Blackburn, T. M. & K. J. Gaston. 1994. Animal body size distributions: patterns, mechanisms and implications. **Trends in Ecology and Evolution** **9**: 471-474.
- Blackburn, T. M. & K. J. Gaston. 1997. A critical assessment of the form of the interspecific relationship between abundance and body size in animals. **Journal of Animal Ecology** **66**: 233-249.
- Blake, S.; G. N. Foster; M. D. Eyre & M. L. Luff. 1994. Effects of habitat type and grassland management practices on the body size distribution of carabid beetles. **Pedobiologia** **38**: 502-512.
- Brändle, M.; W. Durka & M. Altmöös. 2000. Diversity of surface dwelling beetle assemblages in open-cast lignite mines in Central Germany. **Biodiversity and Conservation** **9**: 1297-1311.
- Braun, S. D.; T. H. Jones & J. Perner. 2004. Shifting average body size during regeneration after pollution - a case of study using ground beetle assemblages. **Ecological Entomology** **29**: 543-554.
- Brown, J. H. 2003. **Macroecología**. Fondo de Cultura Económica. México. 397p.
- Brown, J. M. & B. Maurer. 1986. Body size, ecological dominance and Cope's rule. **Nature** **324**: 248-250.
- Costa, C. 2000. Estado de conocimiento de los Coleoptera neotropicales, p. 99-114. *In*: F. Martín-Pierrra, J. J. Morrone & A. Melic (eds). **Hacia un Proyecto CYTED para Inventario y Estimación de Diversidad entomológica em Iberoamérica: PRIBES – 2000**. Zaragoza, Sociedad Entomológica Aragonesa. 326p.
- Damut, J. 1981. Population density and body size in mammals. **Nature** **290**: 699-700.

- Damut, J. 1991. Of size and abundance. **Nature** **351**: 268-269.
- Frenzel, M. & R. Brandl. 2001. Hosts as habitats: faunal similarity of phytophagous insects between host plants. **Ecological Entomology** **26**: 594-601.
- Ganho, N. G. & R. C. Marinoni. 2003. Fauna de Coleoptera no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. Abundância e riqueza das famílias capturadas através de armadilhas armadilha Malaise. **Revista Brasileira de Zoologia** **20**: 727-736.
- Gaucherel, C.; F. Burel & J. Baudry. 2007. Multiscale and surface pattern analysis of the effect of landscape pattern on carabid beetles distribution. **Ecological Indicators** **7**: 598-609.
- Hutchinson, G. E. & R. H. MacArthur. 1959. A theoretical ecological model of size distributions among species of animals. **The American Naturalist** **93**: 117-125.
- Kozłowski, J. & A. T. Gawelczyk. 2002. Why are species' body size distributions usually skewed to the right? **Functional Ecology** **16**: 419-432.
- Krüger, O. & G. C. McGavin. 2000. Macroecology of local insect communities. **Acta Oecologica** **21**: 21-28.
- Linzmeier, A. M. & C. S. Ribeiro-Costa. Spatial-temporal dynamics of Alticini (Newman) (Coleoptera, Chrysomelidae) in a fragment of Araucaria Forest on state of Parana, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, no prelo.
- Linzmeier, A. M.; C. S. Ribeiro-Costa & R. C. Marinoni. 2006. Fauna de Alticini (Newman) (Coleoptera, Chrysomelidae, Galerucinae) em diferentes estágios sucessionais na Floresta com Araucária do Paraná, Brasil: diversidade e estimativa de riqueza de espécies. **Revista Brasileira de Entomologia** **50**: 101-109.
- Morse, D. R.; J. H. Lawton; M. M. Dodson & M. H. Williamson. 1985. Fractal dimension of vegetation and the distribution of arthropod body lengths. **Nature** **314**: 731-733.
- Morse, D. R.; N. E. Stork & J. H. Lawton. 1988. Species number, species abundance and body length relationships of arboreal beetles in Bornean lowland rain forest trees. **Ecological Entomology** **13**: 25-37.
- Nee, S.; A. F. Read; J. J. D. Greenwood & P. H. Harvey. 1991. The relationship between abundance and body size in British birds. **Nature** **403**: 312-313.
- Pinheiro, F.; I. R. Diniz & K. Kitayama. 1998. Comunidade local de Coleoptera em Cerrado: Diversidade de espécies e tamanho do corpo. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil** **27**: 543-550.

- Siemann, E.; J. Haarstad & D. Tilman. 1999. Dynamics of plant and arthropod diversity during old field succession. **Ecography** **22**: 406-414.
- StatSoft, Inc. 2007. STATISTICA (data analysis software system), version 8.0. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).
- Tilman, D. 1990. Constraints and tradeoffs: toward a predictive theory of competition and succession. **Oikos** **58**: 3-15.
- Ziller, S. R. 2000. A Estepe Gramíneo-Lenhosa no Segundo Planalto do Paraná: Diagnóstico Ambiental com Enfoque à Contaminação Biológica. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná. 268 p.
- White, E. P.; S. K. M. Ernest; A. J. Kerkhoff & B. J. Enquist. 2007. Relationships between body size and abundance in ecology. **Trends in Ecology and Evolution** **22**: 323-330.
- Woodward, G.; B. Ebenman; M. Emmerson; J. M. Montoyas; J. M. Olesens; A. Valido & P. H. Warren. 2005. Body size in ecological networks. **Trends in Ecology and Evolution** **20**: 402-409.



# APÊNDICE

**Apêndice 1.** Lista das espécies de Chrysomelidae coletadas com armadilha Malaise em oito locais do Estado do Paraná, durante agosto/1986 a julho/1988 pelo PROFAUPAR.

	ANT	SJ	CO	PG	TB	GUA	JU	FE	Total
<b>GALERUCINAE</b>									
<b>GALERUCINI</b>									
<i>Buckibrotica cinctipennis</i> (Baly, 1886)					8	3		1	12
<i>Caraguata circumcincta</i> (Clark, 1865)			1						1
<i>Caraguata</i> sp.							1		1
<i>Cerotoma arcuata</i> (Olivier, 1791)								2	2
<i>Diabrotica clarki</i> (Weise, 1916)			1	4	2				7
<i>Diabrotica limitata</i> (Sahlberg, 1823)								1	1
<i>Diabrotica nitidicollis</i> (LeConte, 1865)	4		1		1		2	1	9
<i>Diabrotica speciosa</i> (Germar, 1824)								2	2
<i>Diabrotica</i> sp.1				1					1
<i>Diabrotica</i> sp.2	3								3
<i>Diabrotica</i> sp.3		3	1	8		1			13
<i>Diabrotica</i> sp.4		1							1
<i>Diabrotica</i> sp.5					1				1
<i>Diabrotica</i> sp.6		1							1
<i>Diabrotica</i> sp.7				5	11				16
<i>Diabrotica</i> sp.8		1							1
<i>Diabrotica</i> sp.9		1						3	4
<i>Diabrotica</i> sp.10						1			1
<i>Exora encaustica</i> (Germar, 1824)							4		4
<i>Isotes semiflava</i> Weise 1922				1		1		1	3
<i>Isotes</i> sp.1						4			4
<i>Isotes</i> sp.2		7							7
<i>Isotes</i> sp.3		1							1
<i>Lilophaea brasiliensis</i> (Jacoby, 1888)					1				1
<i>Lilophaea imersus</i> (Jacoby, 1888)					2				2
<i>Lilophaea</i> sp.1	10				3				13
<i>Lilophaea</i> sp.3	1				25		3	1	30
<i>Lilophaea</i> sp.4					1				1
<i>Lilophaea</i> sp.5	10				1				11
<i>Lilophaea</i> sp.6						1	1		2
<i>Lilophaea</i> sp.7		1							1
<i>Lilophaea</i> sp.8		1							1
<i>Luperosoma amplicorne</i> (Baly, 1886)						3			3
<i>Paranapiacaba duodecimmaculata</i> (Klug, 1829 )		1		1					2
<i>Sonyadora quadripustulata</i> (Bowditch, 1913)				45				5	50
Galerucini sp.37				1					1
Galerucini sp.42	3								3
Galerucini sp.43		33							33
Galerucini sp.44		3							3
Galerucini sp.45		5							5
Galerucini sp.46		1							1
Galerucini sp.47							1		1
<b>ALTICINI</b>									
<i>Acallepitrax coracina</i> (Boheman, 1859)			1	1			2	1	5
<i>Acanthonycha chloroptera</i> (Germar, 1824)	5		3	10	1				19
<i>Acanthonycha costatipennis</i> Jacoby, 1905				20					20
<i>Acanthonycha</i> sp.1				21			1		22
<i>Acanthonycha</i> sp.2	5								5
<i>Acanthonycha</i> sp.3	4								4

<i>Alagoasa libentina</i> (Germar, 1824)		3		1				4
<i>Alagoasa pantina</i> Bechyné, 1958						2		2
<i>Alagoasa rotundicollis</i> (Jacoby, 1905)				11		1	1	13
<i>Alagoasa scissa</i> (Germar, 1824)				1	1	2		4
<i>Alagoasa</i> sp.1						2		2
<i>Alagoasa</i> sp.2			1					1
<i>Alagoasa</i> sp.3							1	1
<i>Alagoasa</i> sp.4		1						1
<i>Asphaera hilaris</i> (Jacoby, 1905)			3		2			5
<i>Asphaera</i> sp.1		1						1
<i>Brasilaphtona</i> sp.1				3	1		1	4
<i>Brasilaphtona</i> sp.2				1				1
<i>Brasilaphtona</i> sp.3				1	1		1	3
<i>Brasilaphtona</i> sp.4	2							2
<i>Brasilaphtona</i> sp.5	2		5				3	10
<i>Brasilaphtona</i> sp.6							94	94
<i>Brasilaphtona</i> sp.7		36						36
<i>Brasilaphtona</i> sp.8		1						1
<i>Brasilaphtona</i> sp.9		4						4
<i>Brasilaphtona</i> sp.10		1						1
<i>Brasilaphtona</i> sp.11		1						1
<i>Brasilaphtona</i> sp.12		1	4					5
<i>Capraitia</i> sp.1							2	2
<i>Capraitia</i> sp.2	1	1	16	4				22
<i>Capraitia</i> sp.3				1				1
<i>Chaetocnema braziliensis</i> Baly, 1877		3	1	7		1	11	4
<i>Chaetocnema</i> sp.1			1		3			4
<i>Chaetocnema</i> sp.2		2						2
<i>Coroicona</i> sp.1				11				11
<i>Deciplatus jundiaiensis</i> Linzmeier & Konstantinov, 2009							11	11
<i>Deciplatus nigrinus</i> Linzmeier & Konstantinov, 2009						4		4
<i>Dinaltica gigia</i> Bechyné, 1956				344				5
<i>Diphaltica</i> sp.		219						219
<i>Epitrix</i> sp.1	1	2	1					4
<i>Epitrix</i> sp.2	1						1	2
<i>Epitrix</i> sp.3				3				3
<i>Epitrix</i> sp.4		2			1			3
<i>Epitrix</i> sp.5		1						1
<i>Epitrix</i> sp.6	5						200	11
<i>Epitrix</i> sp.7			1				4	5
<i>Epitrix</i> sp.8	1							1
<i>Epitrix</i> sp.9				1				1
<i>Epitrix</i> sp.10				1				1
<i>Epitrix</i> sp.11						1		1
<i>Epitrix</i> sp.12			1					1
<i>Exartematopus quatuorpusulatus</i> Clark, 1860	1	1						2
<i>Exartematopus</i> sp.	1							1
<i>Exoceras</i> sp.1		1						1
<i>Exoceras</i> sp.2		13						13
<i>Genaphtona yasmina</i> Bechyné, 1955	1	10	1	214		1		227
<i>Heikertingerella bimaculata</i> (Baly, 1877)	2			5				7
<i>Heikertingerella ferruginea</i> Duvivier, 1889	1			2				3
<i>Heikertingerella</i> sp.3					19			19

<i>Heikertingerella</i> sp.5					21				21
<i>Heikertingerella</i> sp.10	38								38
<i>Heikertingerella</i> sp.11	17								17
<i>Heikertingerella</i> sp.12	4	5							9
<i>Heikertingerella</i> sp.13	1	3							4
<i>Heikertingerella</i> sp.14	2								2
<i>Heikertingerella</i> sp.15	1								1
<i>Heikertingerella</i> sp.16	4		14						18
<i>Heikertingerella</i> sp.17	1								1
<i>Heikertingerella</i> sp.18			31	91			43		165
<i>Heikertingerella</i> sp.19						1			1
<i>Heikertingerella</i> sp.20							1		1
<i>Heikertingerella</i> sp.21							8		8
<i>Heikertingerella</i> sp.22		27							27
<i>Heikertingerella</i> sp.23							1		1
<i>Heikertingeria clarkii</i> (Jacoby, 1862)							1		1
<i>Hiekertingeria</i> sp.1	2								2
<i>Hiekertingeria</i> sp.2							2		2
<i>Hypolampus ambiguus</i> (Clark, 1860)				1					1
<i>Hypolampus fragilis</i> (Clark, 1860)	2		18						20
<i>Hypolampus</i> sp.1	4	44	5						53
<i>Hypolampus</i> sp.2							76		76
<i>Hypolampus</i> sp.3						5			5
<i>Hypolampus</i> sp.6					1				1
<i>Hypolampus</i> sp.7	1		1						2
<i>Hypolampus</i> sp.8		26							26
<i>Hypolampus</i> sp.9		1							1
<i>Hypolampus</i> sp.10		1							1
<i>Hypolampus</i> sp.11		1							1
<i>Hypolampus</i> sp.12		5							5
<i>Hypolampus</i> sp.13			4						4
<i>Hypolampus</i> sp.14			3						3
<i>Hypolampus</i> sp.15			4						4
<i>Hypolampus</i> sp.16						2			2
<i>Hypolampus</i> sp.17							10		10
<i>Hypolampus</i> sp.18	4								4
<i>Lactica</i> sp.			1						1
<i>Longitarsus</i> sp.1	1	7		17					25
<i>Longitarsus</i> sp.2				1					1
<i>Longitarsus</i> sp.4	1	2							3
<i>Longitarsus</i> sp.5			9		1				10
<i>Longitarsus</i> sp.6					1				1
<i>Longitarsus</i> sp.7						1			1
<i>Longitarsus</i> sp.8							1		1
<i>Longitarsus</i> sp.9							13		13
<i>Margaridisa</i> sp.	853	2	1				66		922
<i>Monomacra yena</i> Bechyné, 1957			1	15					16
<i>Monoplatus ocularis</i> Bechyné, 1955		1	178	13	8				200
<i>Monoplatina</i> sp.4		5							5
<i>Monoplatina</i> sp.5		1							1
<i>Monoplatina</i> sp.6		2							2
<i>Monoplatina</i> sp.7	1	1							2
<i>Monoplatina</i> sp.8		5							5

<i>Neodiphaulaca itapiranga</i> (Bechyné, 1957)		2						2
<i>Neothona prima</i> Bechyné, 1955				662	1	5		668
<i>Neothona</i> sp.1	5	26						31
<i>Omophoita equestris</i> Fabricius, 1787	1			1				2
<i>Omophoita magniguttis</i> (Bechyné, 1955)			2	1				3
<i>Omophoita octogutata</i> Fabricius, 1875		1	4	1	1	2	5	14
<i>Omophoita sexnotata</i> Harold, 1876							1	1
<i>Paracacoscelis diphalticoides</i> Bechyné, 1956			2					2
<i>Paranaita bilimbata</i> (Baly, 1859)					2	3		5
<i>Paranaita crotchi</i> (Blackwelder, 1946)			2		1			3
<i>Paranaita opima</i> (Germar, 1824)					1			1
<i>Parasyphraea biolena</i> Bechyné 1967				28	1			29
<i>Phenrica guerini divisella</i> (Germar, 1824)							2	2
<i>Phyllotrupes violaceomaculatus</i> (Bechyné, 1958)	3		5	70	1			79
<i>Pyxidaltica variegata</i> (Jacoby, 1880)							3	3
<i>Rhinotmetus</i> sp.4		1		1				2
<i>Rhinotmetus</i> sp.5					12			12
<i>Rhinotmetus</i> sp.6					1			1
<i>Rhinotmetus</i> sp.7					3			3
<i>Stegnea inflatipes</i> (Bechyné, 1955)							21	21
<i>Systema tenuis</i> Bechyné, 1954					1	1		2
<i>Systema</i> sp.2			1					1
<i>Systema</i> sp.3				1				1
<i>Syphraea olga</i> Bechyné, 1955				70		1		71
<i>Syphraea</i> sp.1				158	5	1		164
<i>Syphraea</i> sp.3				18	1	4	1	30
<i>Syphraea</i> sp.4	4						186	190
<i>Syphraea</i> sp.5	5						3	8
<i>Syphraea</i> sp.6							79	79
<i>Syphraea</i> sp.7							11	11
<i>Syphraea</i> sp.8							1	1
<i>Syphraea</i> sp.9				1		26	3	16
<i>Syphraea</i> sp.10				1				1
<i>Tetragonotes</i> sp.1		4						4
<i>Tetragonotes</i> sp.2		1						1
<i>Tetragonotes</i> sp.3			1					1
<i>Trichaltica elegantula</i> Baly, 1876	1		3	47		1		52
<i>Trichaltica micros</i> Bechyné, 1954			1	190	2			193
<i>Trichaltica</i> sp.1				5				5
<i>Trichaltica</i> sp.2				5			56	61
<i>Utingaltica</i> sp.		1						1
<i>Walterianella interruptovittata</i> Jacoby, 1905						1		1
<i>Walterianella</i> sp.1	2							2
<i>Walterianella</i> sp.2			2					2
<i>Walterianella</i> sp.3			1					1
<i>Walterianella</i> sp.4			1					1
<i>Walterianella</i> sp.5							1	1
<i>Walterianella</i> sp.6	4							4
<i>Walterianella</i> sp.7		4						4
<i>Walterianella</i> sp.8							1	1
<i>Wanderbiltiana concolor</i> (Harold, 1876)		1						1
<i>Wanderbiltiana festiva</i> (Germar, 1824)				1		3		4
<i>Wanderbiltiana margineguttata</i> Bechyné, 1955		1						1

<i>Wanderbiltiana monilis</i> (Germar, 1824)							1		1
<i>Wanderbiltiana sejuncta</i> (Harold, 1880)			2	1					3
<i>Wanderbiltiana</i> sp.2		57		1					58
<i>Wanderbiltiana</i> sp.3		68		1					69
<i>Wanderbiltiana</i> sp.4		15							15
Alticini sp.2							1		1
Alticini sp.3		90							90
Alticini sp.4							2		2
Alticini sp.5								1	1
Alticini sp.8		12		1					13
Alticini sp.10		87		1					88
Alticini sp.11					3	4			7
Alticini sp.13								3	3
Alticini sp.16						1			1
Alticini sp.17						1			1
Alticini sp.21	1	5							6
Alticini sp.24		1							1
Alticini sp.30		1							1
Alticini sp.31		1							1
Alticini sp.32		1							1
Alticini sp.34			26						26
Alticini sp.35	4								4
Alticini sp.38	1								1
Alticini sp.39	1								1
Alticini sp.40		1							1
Alticini sp.41					1				1
Alticini sp.42							5		5
Alticini sp.43						1			1
Alticini sp.44		76							76
Alticini sp.46				1					1
Alticini sp.47							3		3
Alticini sp.48		1							1
Provice sp.4	1								1
Provice sp.41				85		1			86
Provice sp.45		1	1	1		1			4
Provice sp.47				16					16
Provice sp.90				29					29
<b>CASSIDINAE</b>									
<b>CASSIDINAE s. str</b>									
<i>Calyptocephala nigricornis</i> (Germar, 1824)				1					1
<i>Charidotella immaculata</i> (Olivier, 1790)								1	1
<i>Charidotis annularis</i> (Boheman, 1855)				1					1
<i>Charidotis auroguttata</i> Boheman, 1855			1	4			5		10
<i>Charidotis concentrica</i> (Boheman, 1855)				1					1
<i>Charidotis consentanea</i> (Boheman, 1855)			1	4					5
<i>Charidotis contecta</i> (Boheman, 1855)							1		1
<i>Charidotis furunculus</i> (Boheman, 1855)	2					1	4		7
<i>Charidotis petulans</i> Spaeth, 1936			6	1					7
<i>Charidotis pupilatta</i> (Boheman, 1855)			6	1					7
<i>Cistudinella lateripunctata</i> Spaeth, 1905				1					1
<i>Deloyala cruciata</i> (Linnaeus, 1758)			1						1
<i>Helocassis flavorugosa</i> (Boheman, 1855)	1								1
<i>Leptocadia</i> sp.		1							1

<i>Microctenochira achardi</i> (Spaeth, 1926)							1	1
<i>Microctenochira bifenestrata</i> (Boheman, 1855)				1				1
<i>Microctenochira gemina</i> (Boheman, 1855)						1		1
<i>Microctenochira liquidata</i> (Spaeth, 1926)		1						1
<i>Microctenochira optata</i> (Boheman, 1855)			1					1
<i>Microctenochira patruelis</i> (Boheman, 1855)							1	1
<i>Plagiometriona ludicra</i> (Boheman, 1855)					2			2
<i>Plagiometriona punctatissima</i> (Boheman, 1855)				1				1
<i>Stolas antiqua</i> (Sahlberg, 1823)		1		1				2
<i>Syngambria andreae</i> (Boheman, 1855)							3	3
<b>HISPINI</b>								
<i>Bruchia sparsa</i> Weise, 1906	3							3
<i>Cephaloleia</i> sp.1		3			1			4
<i>Cephaloleia</i> sp.2		1						1
<i>Cephaloleia</i> sp.3			1		3			4
<i>Cephaloleia</i> sp.4		1						1
<i>Chalepus marginiventris</i> (Chapuis, 1877)			2		9	1	1	13
<i>Chalepus quadricostatus</i> (Chapuis, 1877)				1		1		2
<i>Chalepus scutellaris</i> Uhmann, 1931					1			1
<i>Chalepus</i> sp.1					1			1
<i>Chalepus</i> sp.2	2							2
<i>Chalepus</i> sp.3		2						2
<i>Chalepus</i> sp.4					4			4
<i>Chalepus</i> sp.5		1						1
<i>Chalepus</i> sp.6					1			1
<i>Chalepus</i> sp.7				1	1	2		4
<i>Chalepus</i> sp.8	1			4				5
<i>Chalepus</i> sp.9	1			2				3
<i>Chalepus</i> sp.10					1			1
<i>Chalepus</i> sp.11			1					1
<i>Chalepus</i> sp.12			1					1
<i>Dectalia pallipes</i> Weise, 1922		1						1
<i>Octhispa spitzi</i> Uhmann, 1938						1		1
<i>Octuroplata walkeri</i> (Baly, 1866)	1							1
<i>Oediopalpa pertyi</i> (Guérin, 1838)					1			1
<i>Oxychalepus elongatus</i> (Chapuis, 1877)							2	2
<i>Oxychalepus externus</i> (Chapuis, 1877)					1		3	4
<i>Parimatidium</i> sp.1		4			1			5
<i>Parimatidium</i> sp.2					1			1
<i>Pentispa</i> sp.		1						1
<i>Probaenia variolaris</i> Weise, 1905				1	2			3
<i>Prosopodonta</i> sp.				1				1
<i>Pseudispa donckieri</i> (Weise, 1904)		3						3
<i>Sceloenopla pulcherrima</i> (Baly, 1858)				1				1
<i>Stenispa</i> sp.					1			1
<i>Stenispa parallela</i> Pic, 1930		7						7
<i>Stenispa sulcatifrons</i> Pic, 1928					2			2
<i>Sumitrosis bruchi</i> (Uhmann, 1938)				1				1
<i>Sumitrosis chacoensis</i> (Uhmann, 1938)					1			1
<i>Sumitrosis testacea</i> (Pic, 1924)					1			1
<i>Uroplata lantanae</i> Buzzi & Winder, 1981			1					1
<i>Uroplata ogloblini</i> Monrós & Viana, 1947						1		1
<i>Uroplata</i> sp.1			1					1





Chlamisini sp.5								1	1
Chlamisini sp.6						1			1
Chlamisini sp.7								1	1
Chlamisini sp.8				1					1
<b>LAMPROSOMATINAE</b>									
<i>Lamprosoma</i> sp.1		1							1
<i>Lamprosoma</i> sp.2		1		1		1			3
<i>Lamprosoma</i> sp.3				1					1
Lamprosomatinae sp.1	24	5	1	1			8		39
Lamprosomatinae sp.2	1	1							2
Lamprosomatinae sp.6				1					1
<b>CHRYSOMELINAE</b>									
<i>Doryphorella intermaculata</i> Stal, 1857			1						1
<i>Limenta</i> sp.			1	3					4
<i>Microtheca punctigera</i> Achard, 1917				1					1
<i>Stilodes nigriventris</i> (Germar, 1824)				2					2
Chrysomelinae sp.1					12				12
Chrysomelinae sp.2			1		17				18
Chrysomelinae sp.3			1						1
Chrysomelinae sp.8						1			1
Chrysomelinae sp.9								1	1
<b>BRUCHINAE</b>									
<i>Acanthoscelides</i> sp.1							14		14
<i>Acanthoscelides</i> sp.2				2					2
<i>Acanthoscelides</i> sp.3			1						1
<i>Acanthoscelides</i> sp.4			1						1
<i>Acanthoscelides</i> sp.5				1					1
<i>Acanthoscelides</i> sp.6							3		3
<i>Acanthoscelides</i> sp.7							2		2
<i>Acanthoscelides</i> sp.8							2		2
<i>Bruchidius</i> sp.				2					2
<i>Megacerus</i> ( <i>Pachybruchus</i> ) <i>bilineatus</i> (Pic, 1934)						1	1		2
<i>Megacerus</i> sp.			1						1
<i>Sennius</i> sp.	1								1
<b>EUMOLPINAE</b>									
<b>EUMOLPINI</b>									
<i>Colaspis aenea</i> (Fabricius, 1801)			8	1	1	12	2		24
<i>Habrophora</i> sp.1						3			3
<i>Habrophora</i> sp.2							1	1	2
Eumolpini sp.1	8		3		1				12
Eumolpini sp.2	3								3
Eumolpini sp.3	5						1		6
Eumolpini sp.4	51		13	9	5				78
Eumolpini sp.5	3								3
Eumolpini sp.6							1		1
Eumolpini sp.7	3							48	51
Eumolpini sp.8	1	1		6					8
Eumolpini sp.9					1		5		6
Eumolpini sp.10					1				1
Eumolpini sp.11					1				1
Eumolpini sp.12	2	75							77
Eumolpini sp.13	1								1
Eumolpini sp.14	1								1



<i>Megascelis aureola</i> Lacordaire, 1845	23							23
<i>Megascelis elegantula</i> Lacordaire, 1845							65	65
<i>Megascelis</i> sp.1	5							5
<i>Megascelis</i> sp.2	1							1
<i>Megascelis</i> sp.3							32	32

# ANEXO

**Anexo 1.** Captura média de Coleoptera amostrados com armadilha Malaise, durante agosto/1986 a julho/1988 em oito locais do Estado do Paraná pelo PROFAUPAR. ANT = Antonina; SJ = São José dos Pinhais; CO = Colombo; PG = Ponta Grossa; TB = Telêmaco Borba; GUA = Guarapuava; JU = Jundiá do Sul; FE = Fênix.

Mês	ANT	SJ	CO	PG	TB	GUA	JU	FE
<b>Ago/86</b>	27,0	13,0	14,3	19,3	25,8	9,0	95,0	28,8
<b>Set/86</b>	27,6	19,4	18,6	50,8	54,4	30,0	174,6	42,2
<b>Out/86</b>	50,3	27,0	18,8	118,3	100,8	35,8	227,0	82,8
<b>Nov/86</b>	64,5	74,0	50,3	140,5	208,5	86,5	245,0	124,5
<b>Dez/86</b>	36,6	96,2	53,8	220,6	77,2	62,2	219,8	63,6
<b>Jan/87</b>	35,7	31,0	52,5	197,8	39,8	33,0	136,0	30,0
<b>Fev/87</b>	43,8	13,8	28,5	109,0	27,3	16,5	108,5	16,0
<b>Mar/87</b>	36,8	9,8	16,2	82,8	36,0	10,4	102,6	11,6
<b>Abr/87</b>	35,0	5,3	6,0	53,0	18,5	6,8	47,5	12,3
<b>Mai/87</b>	25,8	4,0	3,5	33,3	10,0	3,0	55,0	18,8
<b>Jun/87</b>	15,0	2,4	12,8	15,6	7,4	6,6	30,8	10,0
<b>Jul/87</b>	35,5	6,5	18,8	45,5	9,3	8,8	39,8	15,5
<b>Ago/87</b>	30,0	25,4	21,4	22,4	10,4	20,0	20,6	18,2
<b>Set/87</b>	53,0	24,7	35,5	95,3	25,3	22,5	81,3	18,3
<b>Out/87</b>	81,8	69,3	39,3	129,3	59,5	36,8	141,0	145,5
<b>Nov/87</b>	90,6	199,6	67,0	149,2	67,6	43,0	152,6	80,6
<b>Dez/88</b>	107,8	279,0	121,0	174,8	25,8	31,5	75,5	18,3
<b>Jan/88</b>	104,0	164,5	154,5	200,3	8,0	32,3	96,0	14,3
<b>Fev/88</b>	41,8	45,8	53,0	112,2	6,8	15,0	12,0	13,0
<b>Mar/88</b>	43,5	22,5	22,8	97,0	1,8	19,5	20,8	11,5
<b>Abr/88</b>	32,5	8,5	16,0	42,3	2,5	9,8	23,8	13,8
<b>Mai/88</b>	26,2	6,4	6,2	23,6	13,8	3,8	13,0	7,6
<b>Jun/88</b>	29,5	12,3	6,5	24,8	11,0	10,5	14,0	10,8
<b>Jul/88</b>	23,8	12,3	4,5	17,5	14,8	3,5	13,8	3,0

**Anexo 2.** Captura média de Chrysomelidae amostrados com armadilha Malaise, durante agosto/1986 a julho/1988 em oito locais do Estado do Paraná pelo PROFAUPAR. ANT = Antonina; SJ = São José dos Pinhais; CO = Colombo; PG = Ponta Grossa; TB = Telêmaco Borba; GUA = Guarapuava; JU = Jundiaí do Sul; FE = Fênix.

Meses	ANT	SJ	CO	PG	TB	GUA	JU	FE
Ago/86	8,3	2,3	1,3	6,8	1,8	5,0	0,8	3,3
Set/86	6,8	6,8	1,8	16,2	3,2	11,4	1,8	4,0
Out/86	11,0	5,3	2,3	46,8	6,0	25,0	6,8	11,3
Nov/86	17,0	20,0	4,5	29,3	21,8	28,3	14,3	6,0
Dez/86	9,6	20,6	8,4	25,6	10,0	20,4	7,4	4,4
Jan/87	9,3	6,5	11,5	49,3	5,0	18,5	1,8	1,5
Fev/87	11,3	1,5	5,0	35,8	1,5	19,0	0,8	0,5
Mar/87	14,0	1,0	3,6	25,0	2,8	17,2	0,6	0,2
Abr/87	6,5	2,0	1,0	17,3	0,8	11,0	0,0	1,8
Mai/87	3,3	0,8	0,3	11,3	1,0	17,3	0,3	0,8
Jun/87	5,3	0,4	3,2	4,4	0,2	5,8	0,0	0,2
Jul/87	6,3	0,5	4,8	11,3	0,3	6,3	0,3	1,0
Ago/87	5,2	6,4	1,6	5,8	0,4	3,6	1,3	0,8
Set/87	14,3	6,3	6,0	64,0	1,5	6,3	0,0	4,3
Out/87	13,0	23,8	8,0	50,3	6,5	19,3	4,3	3,0
Nov/87	28,8	54,4	12,0	33,6	9,4	16,0	3,8	2,8
Dez/88	38,0	69,0	27,3	26,0	4,5	8,5	2,3	0,0
Jan/88	38,3	33,0	53,0	42,0	0,8	13,3	0,8	0,0
Fev/88	17,2	7,6	20,2	29,8	0,2	1,0	1,0	0,6
Mar/88	9,3	2,5	5,5	29,5	0,3	1,8	0,3	0,3
Abr/88	1,8	0,8	2,0	14,0	0,0	4,3	0,5	0,8
Mai/88	2,2	1,8	2,8	11,4	0,8	4,6	0,0	0,0
Jun/88	3,8	3,5	2,5	9,0	0,8	2,0	0,0	0,3
Jul/88	3,3	2,0	2,3	5,3	3,8	2,0	0,0	0,0

**Anexo 3.** Temperatura máxima mensal (°C) de oito locais do Estado do Paraná, amostrados durante agosto/1986 a julho/1988 pelo PROFAUPAR. ANT = Antonina; SJ = São José dos Pinhais; CO = Colombo; PG = Ponta Grossa; TB = Telêmaco Borba; GUA = Guarapuava; JU = Jundiá do Sul; FE = Fênix.

Meses	ANT	SJ	CO	PG	TB	GUA	JU	FE
Ago/86	23,6	16,6	21,4	20,8	22,0	21,8	25,6	23,3
Set/86	22,7	14,8	20,5	21,5	23,7	21,7	27,9	25,9
Out/86	25,1	15,9	22,5	24,4	26,7	24,1	29,4	26,4
Nov/86	27,5	17,8	25,3	27,0	27,8	26,0	32,0	30,1
Dez/86	28,6	20,0	25,1	26,3	27,0	26,0	30,0	29,5
Jan/87	31,3	21,7	27,5	28,5	28,9	27,2	32,5	30,9
Fev/87	29,7	19,5	24,8	25,7	25,7	24,3	28,7	26,7
Mar/87	29,9	19,8	26,5	28,5	28,4	25,8	31,1	29,2
Abr/87	28,4	19,5	24,6	25,4	26,2	23,8	30,0	27,6
Mai/87	23,4	16,6	19,9	19,7	20,4	18,7	25,1	22,3
Jun/87	20,5	15,1	18,9	18,6	19,2	17,9	23,0	20,2
Jul/87	23,4	17,9	22,5	23,0	23,9	21,9	27,8	24,4
Ago/87	22,6	15,2	20,0	20,4	22,3	19,3	26,9	22,6
Set/87	21,9	15,9	18,7	19,7	22,9	21,3	27,2	24,4
Out/87	23,2	17,7	21,6	23,0	25,3	23,3	29,5	28,5
Nov/87	27,3	20,9	24,9	25,8	27,3	25,4	30,9	32,2
Dez/88	29,5	21,2	26,1	26,3	28,0	26,3	31,2	33,1
Jan/88	32,5	23,1	29,0	29,5	28,6	27,9	32,0	35,9
Fev/88	28,9	21,8	25,2	26,0	27,1	25,2	30,4	30,5
Mar/88	29,7	23,0	26,5	27,4	28,0	25,6	30,8	31,3
Abr/88	26,6	22,3	23,5	24,8	25,7	23,5	29,4	28,1
Mai/88	22,3	18,5	19,2	19,5	21,4	19,2	25,2	21,3
Jun/88	20,3	13,5	17,2	17,2	19,7	16,2	22,2	18,8
Jul/88	20,2	15,9	17,8	18,6	20,6	17,8	24,3	20,1

**Anexo 4.** Temperatura mínima mensal (°C) de oito locais do Estado do Paraná, amostrados durante agosto/1986 a julho/1988 pelo PROFAUPAR. ANT = Antonina; SJ = São José dos Pinhais; CO = Colombo; PG = Ponta Grossa; TB = Telêmaco Borba; GUA = Guarapuava; JU = Jundiá do Sul; FE = Fênix.

Meses	ANT	SJ	CO	PG	TB	GUA	JU	FE
Ago/86	14,8	16,6	7,3	11,2	11,4	15,3	13,4	14,8
Set/86	15,5	14,8	9,6	11,8	11,2	11,4	14,9	15,7
Out/86	15,6	15,9	8,8	12,5	12,0	10,8	15,5	16,9
Nov/86	18,4	17,8	13,0	15,8	14,1	13,5	18,6	20,1
Dez/86	20,5	20,0	16,0	17,4	17,0	16,7	20,5	20,9
Jan/87	21,7	21,7	16,3	18,3	17,4	17,2	20,3	21,8
Fev/87	20,8	19,5	16,1	16,7	16,1	15,7	19,6	20,1
Mar/87	20,2	19,8	13,5	15,9	15,8	13,5	17,6	18,6
Abr/87	19,9	19,5	14,0	16,0	16,2	14,8	18,4	18,2
Mai/87	16,1	16,6	10,3	12,0	12,5	11,9	15,0	13,4
Jun/87	10,8	15,1	4,1	7,5	9,5	5,9	10,3	9,8
Jul/87	14,5	17,9	7,6	13,0	13,0	10,8	13,8	13,8
Ago/87	13,2	15,2	7,1	9,9	10,0	9,0	11,5	11,2
Set/87	14,1	15,9	8,7	11,7	10,8	10,4	14,3	11,9
Out/87	15,8	17,7	10,8	13,4	13,0	12,9	16,4	15,7
Nov/87	18,6	20,9	13,3	15,8	15,1	15,1	18,3	17,6
Dez/88	19,9	21,2	15,2	16,5	15,4	15,7	19,2	17,7
Jan/88	21,8	23,1	16,8	18,5	17,4	18,5	20,2	20,2
Fev/88	20,6	21,8	15,7	17,3	16,5	17,2	19,6	19,1
Mar/88	21,0	23,0	15,1	17,6	16,5	16,5	18,9	19,3
Abr/88	19,3	22,3	14,5	15,9	15,2	14,1	18,0	18,9
Mai/88	15,5	18,5	10,3	12,3	12,3	12,2	15,2	14,0
Jun/88	11,4	13,5	5,2	8,1	7,2	8,4	9,9	9,8
Jul/88	12,0	15,9	4,3	8,1	8,3	6,8	10,6	10,2



**Anexo 5.** Umidade relativa do ar de oito locais do Estado do Paraná, amostrados durante agosto/1986 a julho/1988 pelo PROFAUPAR. ANT = Antonina; SJ = São José dos Pinhais; CO = Colombo; PG = Ponta Grossa; TB = Telêmaco Borba; GUA = Guarapuava; JU = Jundiá do Sul; FE = Fênix.

Meses	ANT	SJ	CO	PG	TB	GUA	JU	FE
Ago/86	84,8	81,2	85,5	65,8	63,4	82,4	73,8	68,2
Set/86	82,9	91,7	84,5	61,6	61,7	81,5	63,4	60,5
Out/86	74,4	92,1	82,7	55,9	58,4	80,5	61,6	53,5
Nov/86	77,5	93,1	83,6	53,1	61,4	83,5	60,5	57,5
Dez/86	84,7	92,2	88,8	69,9	66,9	88,8	81,1	70,1
Jan/87	80,4	91,2	85,0	67,0	72,6	89,9	75,6	66,4
Fev/87	83,6	92,3	87,9	71,8	66,9	92,1	82,2	69,0
Mar/87	77,6	89,8	82,9	57,3	74,7	86,9	71,8	58,7
Abr/87	85,5	91,5	88,3	68,9	57,3	92,6	75,3	67,1
Mai/87	85,3	91,4	89,6	72,5	70,9	97,0	81,1	70,8
Jun/87	81,9	84,0	84,9	65,8	70,7	91,8	81,2	67,3
Jul/87	81,0	81,2	82,5	59,0	75,7	90,4	70,7	67,9
Ago/87	79,7	89,6	83,1	57,7	67,2	87,8	60,7	67,8
Set/87	85,5	89,4	86,6	64,5	73,9	87,8	66,6	65,4
Out/87	83,5	89,4	87,5	63,9	74,3	89,4	67,6	62,6
Nov/87	77,4	88,4	83,2	57,1	67,3	85,4	67,4	65,3
Dez/88	72,4	88,4	82,8	61,2	70,0	83,5	70,3	69,1
Jan/88	76,5	82,2	82,6	59,4	73,9	86,7	77,3	70,9
Fev/88	83,1	86,2	87,2	68,9	79,5	92,3	79,8	72,5
Mar/88	78,2	86,7	86,3	61,9	73,1	88,4	73,0	72,6
Abr/88	82,9	85,4	89,0	69,1	78,9	90,9	76,7	73,4
Mai/88	86,9	84,0	91,5	75,5	87,0	93,2	86,1	76,9
Jun/88	80,3	89,9	87,2	65,6	78,7	93,4	84,4	73,6
Jul/88	81,4	87,6	86,7	59,5	70,7	85,9	70,5	71,1

**Anexo 6.** Pluviosidade (mm) de oito locais do Estado do Paraná, amostrados durante agosto/1986 a julho/1988 pelo PROFAUPAR. ANT = Antonina; SJ = São José dos Pinhais; CO = Colombo; PG = Ponta Grossa; TB = Telêmaco Borba; GUA = Guarapuava; JU = Jundiá do Sul; FE = Fênix.

Meses	ANT	SJ	CO	PG	TB	GUA	JU	FE
Ago/86	98,7	120,5	96,2	128,4	220,6	118,6	237,3	254,9
Set/86	78,6	182,5	66,0	68,8	73,8	165,0	86,2	74,1
Out/86	153,6	184,5	101,4	110,3	68,0	126,9	57,5	79,0
Nov/86	177,5	237,5	188,3	143,8	180,8	143,5	158,6	117,9
Dez/86	320,4	402,0	175,5	359,0	143,0	212,5	219,7	142,2
Jan/87	305,4	245,5	98,7	96,5	142,3	120,7	161,7	204,0
Fev/87	213,1	367,4	115,9	156,6	237,8	239,7	183,5	261,1
Mar/87	140,8	74,0	50,8	19,4	41,6	46,2	61,1	65,8
Abr/87	198,4	271,9	120,9	145,4	79,0	315,6	57,4	233,4
Mai/87	229,6	276,3	286,2	340,7	299,4	384,1	186,7	300,5
Jun/87	143,3	161,3	130,9	136,0	131,2	97,8	213,0	86,8
Jul/87	14,5	38,4	45,7	55,5	44,2	123,9	27,7	62,8
Ago/87	62,9	82,7	47,9	81,7	12,9	76,3	6,2	33,1
Set/87	125,1	238,6	98,8	74,2	91,8	46,9	53,4	96,0
Out/87	143,7	201,3	107,3	119,6	83,8	200,0	114,5	103,1
Nov/87	57,9	80,7	53,8	59,2	139,0	129,5	171,7	200,9
Dez/88	146,0	295,7	113,9	153,8	147,0	162,5	93,7	119,5
Jan/88	258,6	221,3	142,4	114,0	141,4	251,2	138,6	164,2
Fev/88	146,8	297,9	164,8	113,4	86,2	151,4	103,2	220,7
Mar/88	253,8	145,9	129,7	160,6	79,4	130,3	203,5	137,4
Abr/88	126,2	147,2	107,3	158,5	27,5	203,1	89,7	204,9
Mai/88	280,6	290,1	334,7	291,2	80,4	261,2	122,2	283,8
Jun/88	86,3	65,7	67,1	58,6	66,0	171,5	61,6	56,0
Jul/88	19,6	30,0	13,2	11,6	7,2	8,1	0	6,6